Barragem de Picote

Mapa-resumo do controle da resistência do betão

Carga de rotura em provetes cúbicos de 20 cm de aresta moldados com betão crivado por malha de 38 mm

Dosagem de cimento kgm^{-3}	Idade dias	N.º de colheitas	N.º de provetes ensaiados	Tensão de rotura kgcm^{-2}			Erro médio quadrático kgcm^{-2}	Dispersão %
				Mínima	Média Rm	Máxima		
275	7	12	36	213	*243*	288	22	9
	28		36	272	*317*	386	30	9
	84		36	329	*369*	447	31	8
250	7	12	36	158	*199*	247	24	12
	28		36	235	*281*	345	29	10
	84		36	288	*317*	403	30	9
225	7	48	144	132	*194*	253	27	14
	28		144	207	*290*	357	34	12
	84		144	242	*315*	412	38	12
210	7	105	315	99	*161*	241	29	18
	28		315	191	*275*	372	37	13
	84		315	239	*321*	454	38	12
200	7	42	126	104	*149*	220	11	7
	28		126	176	*234*	320	15	6
	84		117	215 (*a*)	*284* (*a*)	361		
195	7	54	162	100	*147*	236	25	16
	28		147	174 (*a*)	*236* (*a*)	301 (*a*)		
	84							

(*a*) Número provisório (ensaios ainda em curso)

dos do controle dos betões de 225 e 210 kg de cimento por m^3, e no *mapa-resumo* que segue, que reune, para cada tipo de dosagem aplicada, os 4 elementos característicos da análise estatística: número de ensaios, média (com indicação dos valores máximos e mínimos), erro médio quadrático e dispersão. Estes últimos foram obtidos, respectivamente, pelas expressões:

$$E = \sqrt{\frac{\Sigma\,(Ri - Rm)^2}{n}} \quad (\text{kgcm}^{-2})$$

$$e = \frac{E}{Rm} \times 100 \quad (\%)$$

O quadro inclui, também, betão com a dosagem de 275 kgm^{-3}. Esta dosagem foi aplicada — conforme o caderno de encargos determina — no contacto com a rocha de fundação. Foi também a dosagem adoptada inicialmente no betão junto do paramento de montante.

O exame do quadro permite verificar as altas tensões de rotura que têm sido obtidas. No ensaio de 28 dias, as mínimas tensões foram de 176 kgcm^{-2} para o betão de 200 kgm^{-3} e de 174 kgcm^{-2} para o de 195 kgm^{-3}. Qualquer destes valores garante uma apreciável margem de segurança relativamente à tensão máxima de trabalho prevista.

Tem-se acentuado que os provetes de ensaio são moldados com betão obtido do da obra por crivagem num peneiro com malha de 38 mm Até que ponto este betão é representativo do que efectivamente se coloca em obra, isso é assunto que se pretende esclarecer com ensaios em curso (moldagem e serragem de provetes de grande dimensão com o betão real, extracção de carotes da obra para ensaio, etc.), dos quais oportunamente se dará notícia. Também se procurará,

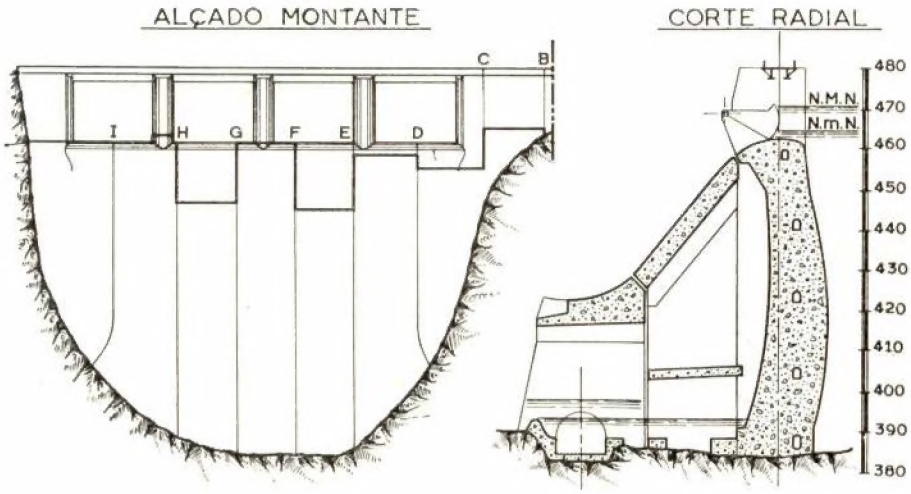


Fig. 9 — Situação da betonagem da Barragem de Picote no fim de Maio de 1957

então, estabelecer o coeficiente de segurança da obra à custa da análise dos resultados dos provetes de betão ensaiados.

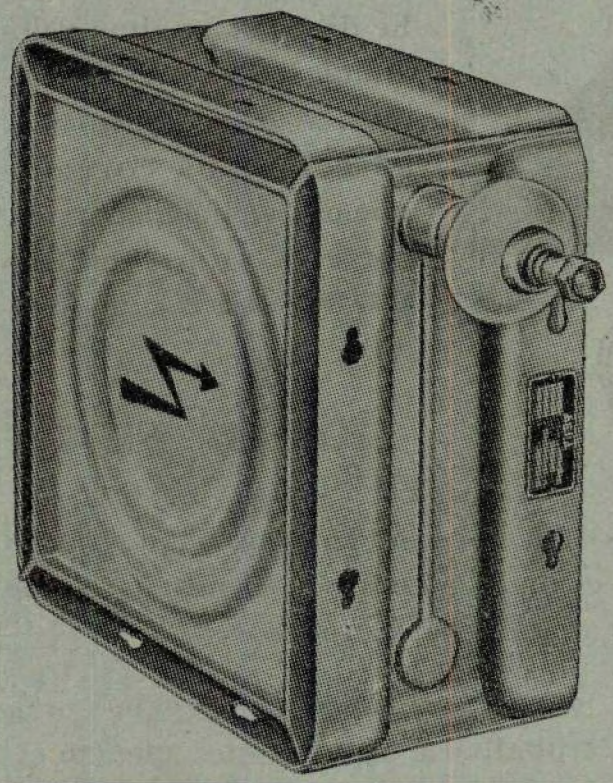
Periòdicamente moldam-se, simultâneamente com os cubos de 20 cm de aresta, prismas de $14 \times 14 \times 56$ cm³ para ensaios de flexão.

Nas figs. 8 e 9 indica-se a situação da betonagem da barragem de Picote no fim de Maio, os volumes de betão colocados mensalmente, bem como a dosagem média de betão aplicado.

Os números que traduzem a situação da betonagem no fim de Maio são os seguintes:

Elemento	Volumes de betão em (m³)			Dosagem média
	Previsto	Realizado	A realizar	kgcm^{-3}
Abóbada	140.000	102;400	37.600	226
Descarregador	80.000	37.300	42.700	218
Totais . . .	220.000	139.700	80.300	224

Compense o FACTOR de POTENCIA
com CONDENSADORES



ASEA

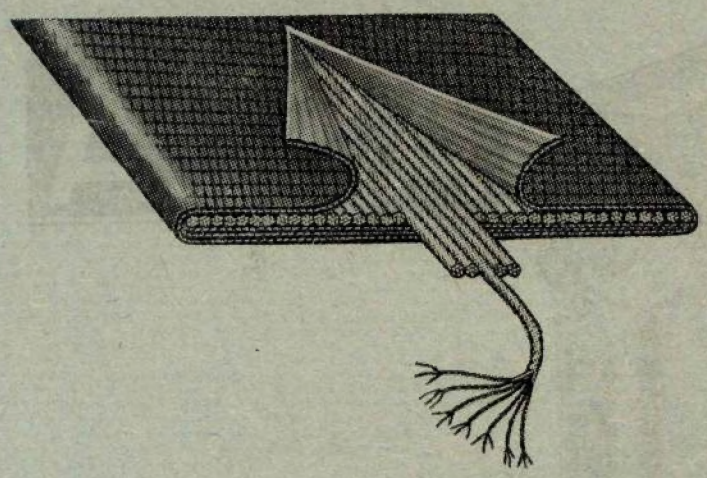
Confie os seus problemas de compensação à nossa
SECÇÃO TÉCNICA

JAYME DA COSTA, L.DA

Quando tiver uma transmissão difícil, use

GOODYEAR

um tipo especial para cada serviço



Se devidas às altas velocidades e pequenos diâmetros dos tambores, as telas das correias que usa se deslocam, use correias sem-fim tipo **COMPASS**, um produto da

GOODYEAR

Em vez de telas, estas correias têm cordas sem-fim, o que dando maior flexibilidade à correia e uma menor espessura permite maiores velocidades e menores diâmetros de tambores.

Sempre que possa usar uma correia sem-fim, empregue uma **COMPASS**, durará mais e trabalhará com maior eficiência.

Para grandes potências use correias **COMPASS** com cordas de aço.

Distribuidores exclusivos: **CANELAS & FIGUEIREDO, L.DA**

Rua dos Fanqueiros, 46 – LISBOA

Telef. 2 5058 / 2 4502 / 2 1729

Teleg.: CANELASCO

C. D. U. 539.15:541.5:543/545

Configuração electrónica, electronegatividade e comportamento analítico dos elementos

POR CECÍLIO EUGÉNIO GRACIAS
Assistente do I. S. T.
Bolseiro do I. A. C. (C. E. E. N.)

«La chimie analytique est ainsi devenue l'une des plus rationnelles parmi les diverses branches de la chimie. L'ingénieur-analyste doit travailler plus avec son cerveau qu'avec ses mains, ce dernier rôle revenant de plus en plus à l'aide-chimiste qui seconde l'ingénieur. Il apparaît de plus en plus clairement que la formation classique, qui est encore en général donnée à l'analyste, est insuffisante et ne lui permet pas d'utiliser toutes les possibilités actuelles : par ailleurs, les problèmes d'analyse sont si variés qu'on ne saurait plus se contenter comme autrefois d'une méthode d'analyse rigide».

Gaston Charlot

Introdução

Os electrões que constituem o invólucro exterior dos núcleos atómicos estão dispostos em diversos níveis de energia e a sua «posição» nesses níveis é definida pelas suas «coordenadas energéticas», os chamados *números quânticos*, que são quatro — o número quântico principal (n), que caracteriza o nível de energia a que pertence o electrão; o número quântico azimutal (l), que dá a sua energia própria; o número quântico magnético (m), que define o seu orbital particular; e finalmente, o «spin» (s), que determina o seu sentido de rotação intrínseca. Não cabe no âmbito do presente artigo fazer uma discussão do significado destes números e para o leitor interessado remetemo-lo aos tratados de química-física (1), (2), (3), (4), e de fisica atómica (5), (6).

Os valores que os números quânticos podem tomar estão limitados pelas condições de quantificação seguintes:

$n = 1, 2, 3, \ldots\ldots$

$l = 0, 1, 2, \ldots\ldots n-1$

$m = l, l-1, l-2, \ldots 2, 1, 0, -1, -2, \ldots, -l$

$s = \pm 1/2$

Atendendo a estas condições, podemos distribuir os electrões pelos diferentes níveis ou estados quânticos da maneira seguinte (7):

QUADRO I

Nível	n	l	m	N.º orbitais	N.º electrões
K	1	0 (s)	0	1	2
L	2	0 (s)	0	1	2
		1 (p)	1, 0, — 1	3	6
					8
M	3	0 (s)	0	1	2
		1 (p)	1, 0, — 1	3	6
		2 (d)	2, 1, 1, 0, — 1, — 2	5	10
					18
N	4	0 (s)	0,	1	2
		1 (p)	1, 0, — 1	3	6
		2 (d)	2, 1, 0, — 1, — 2	5	10
		3 (f)	3, 2, 1, 0, — 1, — 2, — 3	7	14
					32
O	5	0 (s)	0	1	2
		1 (p)	1, 0, — 1	3	6
		2 (d)	2, 1, 0, — 1, 2	5	10
		3 (f)	3, 2, 2, 1, — 1, — 2, — 3,	7	14
		4 (g)	4, 3, 2, 1, 0, — 1, — 2, — 3, — 4	9	18
					50
P	6	etc.			

Configuração electrónica dos elementos:

Sendo n e l os números quânticos que, segundo a teoria de Bohr-Sommerfeld, definem a energia do electrão no átomo, é de esperar que no processo ideal de construção da sua configuração electrónica os electrões ocupem sucessivamente os diversos níveis quânticos pela ordem crescente

dos ditos números (princípio de «aufbau») (8). O diagrama seguinte (9) resume admiràvelmente este princípio (Fig. 1):

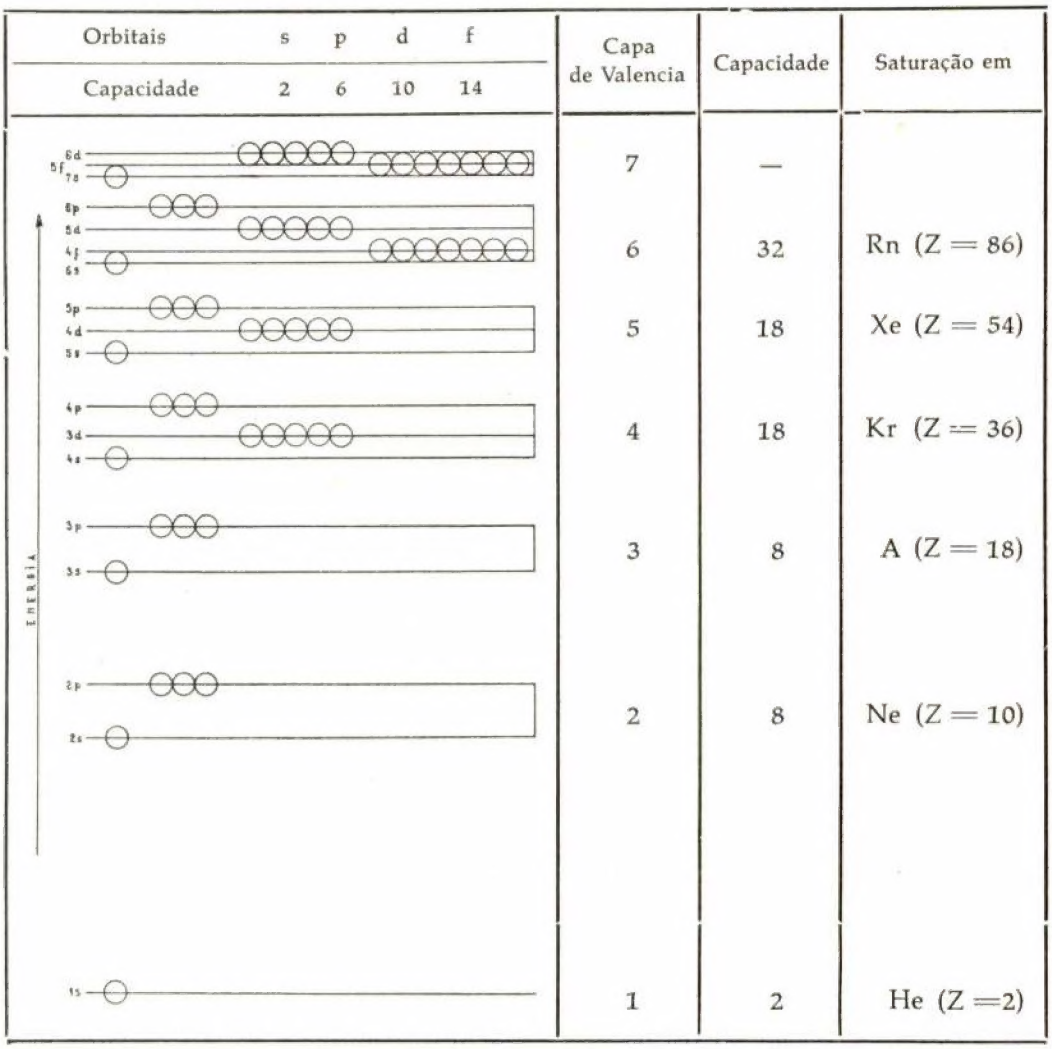


Fig. 1 — Níveis de energia dos orbitais atómicos

Vê-se portanto que a energia aumenta segundo a ordem indicada:

1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d

5p 6s 4f 5d 6p 7s 5f 6d 7p 8s

e é ela que determina a posição de cada elemento no sistema periódico — Fig. 2. O quadro periódico aqui apresentado é uma adaptação do de H. Remy (10). Segundo o critério nele adoptado os elementos dividem-se em 2 categorias fundamentais — uma constituída pelos grupos *A* e a outra pelos grupos *B* — cada uma das quais engloba oito *grupos* ou *famílias*: os grupos I A e II A têm como electrões periféricos os do tipo *s*; os restantes grupos *A*, possuem, além destes, electrões do tipo *p*; finalmente, os grupos *B* não contêm electrões *p* exteriores e são caracterizados por possuirem níveis internos incompletos do tipo *d* (elementos de transição) ou *f* (lantanídeos e actinídeos). Em face de configurações tão diferentes, que conferem propriedades distintas aos elementos respectivos, podemos reagrupá-los como segue:

Metais—grupos I A, II A, III A e todos os grupos *B*
Não-metais — grupos até IV A
Inertes — grupo VIII A (gases raros)

A inclusão do hidrogénio no grupo dos halogéneos deve-se ao facto de a sua molécula ser de natureza essencialmente covalente (11).

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

Grupo	I A	II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B			I B	II B	III A	IV A	V A	VI A	VII A	VIII A
Configuração externa / Período	ns^1	ns^2 [saturação]	$(n-1)\,d^1\,ns^2$	$(n-1)\,d^2\,ns^2$	$(n-1)\,d^3\,ns^2$	$(n-1)\,d^4\,ns^2$	$(n-1)\,d^5\,ns^2$	$(n-1)\,d^6\,ns^2$	$(n-1)\,d^7\,ns^5$	$(n-1)\,d^8\,ns^2$	$(n-1)\,d^9\,ns^2$	$(n-1)\,d^{10}\,ns^2$ [saturação]	$ns^2\,np^1$	$ns^2\,np^2$	$ns^2\,np^3$	$ns^2\,np^4$	$ns^2\,np^5$	$ns^2\,np^6$ [saturação]
n = 1 1																	1 H 0,53 2,1	2 He
n = 2 2	3 Li 1,225 1,0	4 Be 0,889 1,5											5 B 0,80 2,0	6 C 0,771 2,5	7 N 0,74 3,0	8 O 0,74 3,5	9 F 0,72 4,0	10 Ne
n = 3 3	11 Na 1,572 0,9	12 Mg 1,364 1,2											13 Al 1,248 1,5	14 Si 1,173 1,8	15 P 1,10 2,1	16 S 1,04 2,5	17 Cl 0,994 3,0	18 A
n = 4 4	19 K 2,025 0,8	20 Ca 1,736 1,0	21 Sc 1,439 1,3	22 Ti 1,324 1,6	23 V 1,224 —	24 Cr 1,172 —	25 Mn 1,168 —	26 Fe 1,165 —	27 Co 1,157 —	28 Ni 1,149 —	29 Cu 1,173 1,8	30 Zn 1.249 1,5	31 Ga 1,245 1,6	32 Ge 1,223 1,7	33 As 1,21 2,0	34 Se 1,17 2,4	35 Br 1,142 2,8	36 Kr
n = 5 5	37 Rb 2,16 0,8	38 Sr 1,914 1,0	39 Y 1,616 1,3	40 Zr 1,454 1,6	41 Nb 1,342 —	42 Mo 1,291 —	43 Tc — —	44 Ru 1,241 —	45 Rh 1,247 —	46 Pd 1,278 —	47 Ag 1.359 1,8	48 Cd 1,413 1,5	49 In 1,497 1,6	50 Sn 1,412 1,7	51 Sb 1,41 1,8	52 Te 1,37 2,1	53 I 1,334 2,4	54 Xe
n = 6 6	55 Cs 2,35 0,7	56 Ba 1,981 0,9	57-71 La 1,690 —	72 Hf 1,442 —	73 Ta 1,343 —	74 W 1,299 —	75 Re 1,278 —	76 Os 1,255 —	77 Ir 1,260 —	78 Pt 1,290 —	79 Au 1,336 2,3	80 Hg 1,440 1,8	81 Tl 1,549 1,5	82 Pb 1,538 1,6	83 Bi 1,52 1,8	84 Po 1,53 —	85 At — —	86 Rn
n = 7 7	87 Fr =	88 Ra =	89-103 Ac =	104 —														
6	Lantanídeos			58 Ce 1,646	59 Pr 1,648	60 Nd 1,642	61 Pm	62 Sm 1,66	63 Eu 1.850	64 Gd 1,614	65 Tb 1,592	66 Dy 1,589	67 Ho 1,580	68 Er 1,567	69 Tm 1,562	70 Yb 1,699	71 Lu 1,557	[4f]
7	Actinídeos			90 Th 1,652	91 Pa	92 U 1,421	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 E	100 Fm	101 Mv	102 —	103 —	[5f]

LEGENDA:
- Z → número atómico
- X → símbolo
- r_c → raio covalente (Å)
- x → electronegatividade

Fig. 2

Observação — As configurações externas acima indicadas correspondem a um preendimento sucessivo e normal dos diversos orbitais (tipo *s, p, d,* etc.); em alguns casos, porém, verificam-se certos desvios à ordenação ideal apresentada.

Reactividade dos elementos:

A interpretação vectorial dos números quânticos *l*, *m* e *s* (12), (13), (14), sugere-nos que a existência de momentos angulares ou magnéticos não compensados, ou seja, de orbitais e níveis incompletos, deve causar certa instabilidade no átomo e a necessidade de se atingir um estado de equilíbrio faz com que determinados orbitais sejam preenchidos com electrões à custa doutro átomo ou privados dos seus electrões em favor doutro. Este «modus faciendi» conduz-nos imediatamente a 2 tipos fundamentalmente diferentes de interacção da matéria: (1) cedência total dos electrões externos dum átomo a outro; (2) partilha dos mesmos entre 2 átomos; as ligações resultantes recebem respectivamente o nome de *enlaces iónicos* (15) e de *enlaces covalentes* (16), (17). Há outros tipos de enlaces, mas a sua discussão não é necessária para o fim em vista; basta dizer-se que, dentre eles, há um que se pode considerar intermédio dos citados, porquanto um dos átomos interessados na ligação fornece os electrões necessários que passam a ser igualmente partilhados por ambos — este tipo tem o nome de *enlace coordinado* ou *dativo* (18). Representam-se assim:

A^+, B^- = enlace iónico

A — B ou A : B = enlace covalente

A → B = enlace coordinado ou dativo ou semi-polar (18)

No último caso a seta indica que os electrões são cedidos por *A* a *B* que seguidamente os partilham entre si; *A* diz-se *dador* e *B* o *receptor* (19).

Uma evidência a favor da teoria do equilíbrio dos momentos é fornecida pelos gases inertes: a sua não reactividade reside no facto de que os níveis quânticos exteriores estão completamente saturados; com efeito, com excepção do hélio, todos eles possuem a seguinte configuração periférica:

$$ns^2\ np^6$$

Ora, examinando a constituição electrónica dos elementos dos grupos IA e IIA, vemos que os metais alcalinos têm 1 electrão *s* solitário e, imediatamente subjacente, a configuração dos gases inertes que os precedem, e os alcalino-terrosos 2 electrões periféricos encobrindo igual configuração. Tudo leva a crer que perdendo tais electrões exteriores os elementos de ambos os grupos adquirem estabilidade química; esta é a razão por que, em virtude da tendência para a aquisição da configuração dos gases inertes, os citados elementos mostram a extraordinária actividade química que lhes conhecemos. Por outro lado, aceitando a configuração dos gases inertes como condição de estabilidade química, podemos afirmar que, recebendo os elementos dos grupos IIIA, IVA, VA, VIA e VIIA, respectivamente 5, 4, 3, 2 e 1 electrões, atingiriam o equilíbrio (estado de menor potencial).

Em resumo, cedendo ou captando electrões é possível ao átomo adquirir estabilidade; entretanto, a verificação de uma ou outra alternativa depende do balanço de energias que se põem em jogo: assim, para extrair um ou mais electrões é preciso fornecer energia ao átomo *(potencial de ionização)*; e para os introduzir no átomo, este liberta energia, mas também pode absorvê-la: tudo depende da *afinidade electrónica*. Para se fazer uma ideia das quantidades envolvidas em tais processos, damos seguidamente alguns números (20), (21):

QUADRO II

Potenciais de ionização primária (I_1) e secundária (I_2)

Elementos	I_1		I_2
	eV	Kcal/mol	eV
H	13,595	312	—
He	24,580	563,8	54,40
Li	5,390	123,5	75,619
Be	9,320	213,8	18,206
B	8,296	190.1	25,149
C	11,264	258,3	24,376
N	14,54	333,4	29,605
O	13,614	312,2	35,146
F	17,42	414,7	34,98
Ne	21,559	494,4	41,07
Na	5,138	117,7	47,29
Mg	7,644	175,3	15,03

QUADRO III

Afinidades electrónicas (E)

Elementos	Kcal/mol	eV
F	98,5	4,27
Cl	92,5	4,01
Br	87,1	3,78
I	79,2	3,43
H	16,4	0,71
O	71	3,36 E_1
	— 168	— 7,28 E_2

Dos números apresentados podem tirar-se várias conclusões:

1) Para cada elemento, o potencial de ionização aumenta com o número de electrões a extrair e a diferença dos seus valores consecutivos depende de os electrões respectivos pertencerem ou não ao mesmo nível quântico; assim para o *Li* o 1.º electrão externo é *2s* e o seguinte é *1s*; para o *Be*, o 1.º electrão é *2s*, mas o 2.º também o é; logo, a diferença dos potencias de ionização primário e secundário é maior para o *Li* do que para o *Be*, como se vê:

$$\text{Li}: \Delta I = I_2 - I_1 = 70{,}229 \text{ eV}$$
$$\text{Be}: \quad » \quad = \quad » \quad = 8{,}886 \text{ »}$$

Estas diferenças são menores para os homólogos seguintes; por exemplo:

$$\text{Na}: \Delta I = I_2 - I_1 = 42{,}152 \text{ eV}$$
$$\text{Mg}: \Delta I = \quad » \quad = 7{,}386 \text{ »}$$

A razão é que, estando os electrões mais distantes do núcleo, os electrões do nível superior são mais fracamente atraídos pelo núcleo.

2) Os electrões *s* são mais ionizáveis do que os electrões *p*, o que parece estar em contradição com a explicação anterior; tal facto não se pode explicar convenientemente sem termos presentes certas noções de Química quântica, em especial o conceito de orbitais híbridos de Pauling e Slater (22), (23), (24): as funções de onda, que definem a distribuição da densidade electrónica dos electrões *s* e *p*, coalescem e formam funções mistas de carácter fortemente dirigido a que correspondem ligações muito firmes (24'), (24''); por outro lado, os elementos que contêm na periferia electrões *p*, à medida que aumenta o número destes (o que os aproxima da configuração dos gases inertes imediatamente superiores), têm afinidades electrónicas crescentes, isto é, passam a ter maior tendência para captar do que para ceder electrões: por outras palavras, tornam-se mais electronegativos — é o que sucede com os halogéneos e o hidrogénio; este último é mais electronegativo (*) do que o oxigénio; facto inexplicàvelmente omitido nos tratados pela maioria dos autores! Daí o colocar-se o referido elemento no grupo VIIA (11).

(*) No sentido de electroafinidade!

3) Dentro de cada período da classificação periódica, ou seja, para cada valor de *n* (número quântico principal), os potenciais de ionização aumentam até atingir um máximo com o gás inerte que termina a série, o que confirma a asserção feita a propósito da estabilidade da sua configuração.

4) A afinidade electrónica diminui quando o número atómico aumenta, dentro de cada família; assim, ela é máxima no fluor. No caso do oxigénio, a introdução dum segundo electrão no átomo exige energia, isto é, as reacções de oxigenação (oxidação e combustão) são *inicialmente* endotérmicas.

Em face do que ficou exposto, a configuração dos gases inertes, ou seja, a existência de 8 electrões periféricos, é aparentemente uma condição necessária para a estabilização do átomo. Podemos então dizer que a tendência para a aquisição dessa estrutura é tanto mais forte quanto mais próxima está a configuração electrónica dela (Regra do Octeto) (25). Esta tendência é o factor determinante da *valência clássica*: assim, os elementos que tendem a perder electrões a fim de atingir a configuração *em octeto*, possuem *valência positiva* que é definida pelo número dos electrões perdidos; por outro lado os elementos de grande electroafinidade mostram *valência negativa*, que corresponde ao número de electrões adquiridos.

Segundo Abegg (25), os elementos mostram 2 tipos de valência portanto — a valência normal e a contravalência — e a sua soma dá sempre *8*:

QUADRO IV

Valências e contravalências máximas

Grupo periódico:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Valência normal:	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	0
Contravalência:	(−7)*	(−6)*	(−5)*	−4	−3	−2	−1	0

[* — não existem.]

É de notar o facto de que os elementos que contêm electrões *p* apresentam ambas as valências, facto esse resultante da possibilidade de se perder ou ganhar electrões, o que não sucede com os elementos de transição (*B*). Modernamente (26), prefere-se a designação de *número de*

oxidação para os números, positivos ou negativos, que definem a valência dum elemento, o que tem a vantagem de poder estender-se o conceito de valência numérica aos compostos covalentes.

O estudo da ligação covalente só é perfeitamente completo e satisfatório através da Mecânica Quântica, porquanto a partilha de electrões não é compreensível à luz das teorias clássicas que conduzem à repulsão entre os átomos participantes. Torna-se necessário introduzir agora a noção de *energia de ressonância* e de *energia de troca*; infelizmente, o assunto não pode ser convenientemente exposto no presente artigo, não só em virtude da sua complexidade, como pelo facto de não ser o seu objectivo. Basta dizer-se que da sobreposição das funções de onda próprias dos electrões interessados na ligação resulta um aumento da energia de ligação e portanto maior firmeza no enlace: mais ainda, o enlace é tanto mais forte quanto maior a energia de ressonância ou de troca que caracteriza a partilha de electrões (27), (28), (29), (30), (31), (32).

Frisemos que a formação dum enlace covalente implica a intervenção dum par de electrões, um por cada átomo participante. Este facto, postulado por Lewis (33), foi demonstrado por Heitler e London (34), (35) e incorporado por Pauling e Slater na sua teoria da valência dirigida (22), (23). Generalizando o princípio de «aufbau», Hund (36) e Mulliken (37) dão outra interpretação à natureza do enlace covalente. Não é preciso, porém, no presente caso, enredarmo-nos nas dificuldades da interpretação deste tipo de enlace, pois a Regra do Octeto é suficiente para o fim em vista, desde que lhe conheçamos as limitações. Tal como foi atrás enunciada ela pode aplicar-se tanto aos enlaces iónicos como aos covalentes; as considerações de energia, fundamentadas nos valores dos potenciais de ionização, afinidade electrónica e energia de ressonância, mostram contudo que o número de electrões posto em jogo não pode ir além de 3 e, em meios fortemente polares, 4 ou 5; a explicação da existência de valências formais superiores só pode todavia fazer-se recorrendo aos orbitais híbridos ou aos orbitais moleculares — é o caso dos enlaces coordinados ou dativos. Exactamente com o objectivo de não sujeitar tais enlaces a teorias especiais, Sigdwick (19) propôs o conceito de *número atómico efectivo* que correponde ao número atómico do gás inerte imediatamente superior ao elemento que intervém no enlace coordinado e define o número máximo total de electrões com que fica o dito elemento após coordinação; trata-se, pois, duma generalização da Regra de Abegg.

Electronegatividade

O conceito de electronegatividade não está definido convenientemente nas obras menos recentes de Química Inorgânica: assim, Riesenfeld (38) confunde-o com electroafinidade, hoje de significado mais limitado (20) e Partington (39) faz-lhe apenas uma referência indirecta a propósito da série electroquímica dos elementos, restringindo o conceito às noções de potencial de eléctrodo. Contudo o referido conceito foi claramente definido por Pauling em 1932 (40) e posteriormente desenvolvido e sistematizado (41), (41') (41").

De acordo com este autor, *electronegatividade* dum elemento é aquela característica dependente da estructura electrónica que define quantitativamente a tendência para a troca ou para a partilha de electrões com outro elemento e que determina portanto o comportamento geral do elemento em questão. Trata-se pois duma noção relativa e, efectivamente, Pauling refere os valores da electronegatividade dos diversos elementos ao hidrogénio ao qual atribui uma ligação, na sua molécula, de carácter puramente covalente.

Para dar maior generalidade ao conceito, Pauling põe-nos de sobre-aviso contra a sua assimilação a qualquer dos conceitos atrás citados: — «The property of the electronegativity of an atom in a molecule is different from the electrode potential of the element, which depends on the difference in free energy of the element in its standard state and in ionic solution, and it is different from the ionization potential of the atom, and from its electron affinity; although it is related to these properties in a general way».

O estabelecimento duma escala coerente de electronegatividades exige o conhecimento dos valores das energias de dissociação das ligações simples, que dão a medida directa da energia destas ligações. Segundo Cottrell (42), a energia de dissociação — D(A-B) — relativa a um enlace qualquer A-B, é a energia, a 0° absoluto e no estado ideal, ΔU_0^0, da reacção:

$$AB \rightarrow A + B$$

em que os produtos se encontram no seu estado fundamental (ou de mínima energia). Por vezes também se emprega ΔH a 25 °C. em vez de ΔU_0^0. A diferença é pouco apreciável, tanto mais que a precisão das medidas experimentais não é suficiente para justificar a destrinça entre as 2 grandezas.

Quando os átomos *A* e *B* interessados na ligação A-B são idênticos (moléculas homopolares), o par electrónico que define a ligação é igualmente partilhado pelos ditos átomos e então a ligação pode supor-se de natureza essencialmente covalente. Sendo, todavia, *A* e *B* átomos de configuração electrónica diferente, o enlace entre eles existente está de certo modo polarizado porque um deles (o de maior electroafinidade) exercerá maior atracção sobre o par electrónico definidor do enlace; por outras palavras, o enlace covalente adquire certo carácter iónico (42'), que pode ser calculado a partir do momento dipolar resultante (43) (43'), (44). A polaridade da ligação depende das electronegatividades dos átomos respectivos, como se verá.

Pauling introduziu então os seguintes postulados:

1.º — As energias de dissociação dos enlaces covalentes são aditivas, isto é:

$$D_c\,(A\text{-}B) = 1/2\,[D\,(A\text{-}A) + D\,(B\text{-}B)]$$

2.º — A diferença Δ entre a energia real do enlace, determinada experimentalmente, e a energia do enlace suposto covalente, é proporcional à diferença das electronegatividades:

$$\Delta = D(A-B) - 1/2\,[D(A-A) + D(B-B)] = k\,(x_A - x_B)$$

Pauling verificou, porém, posteriormente que estes postulados necessitavam de correcção porquanto os valores de Δ assim definidos não satisfaziam a simples relações de aditividade, de modo que lhes deu nova redacção:

1.º — As energias de dissociação dos enlaces covalentes verificam a seguinte relação:

$$D_c\,(A-B) = \sqrt{D(A-A)\,.\,D(B-B)}$$

2.º — A diferença Δ entre a energia real do enlace e a energia do enlace suposto covalente é proporcional ao quadrado da diferença entre as electronegatividades:

$$\Delta = D\,(A-B) - \sqrt{D\,(A-A)\,.\,D\,(B-B)} = (0{,}208)^{-2}\,.\,(x_A - x_B)^2$$

Com base no 2.º postulado, Pauling construiu a sua escala de electronegatividades referindo os valores obtidos ao hidrogénio, ao qual atribuiu

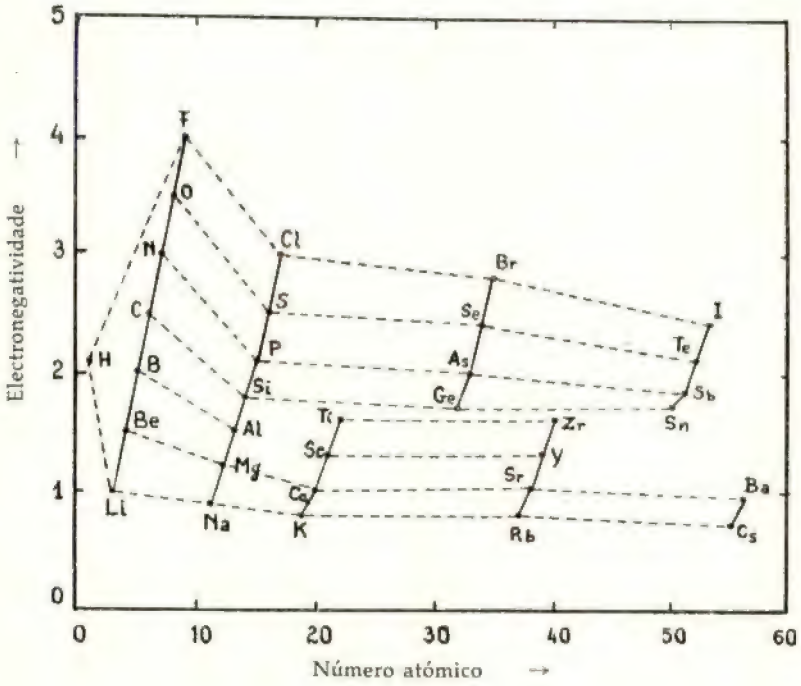


Fig. 3

o valor $x_H = 0{,}00$. As energias vêm expressas em eV (*). Mais tarde, a fim de que os elementos compreendidos entre o carbono e o fluor tenham valores entre 2,5 e 4,0, Pauling adicionou aos valores anteriormente obtidos uma constante arbitrária de 2,05. Os novos números estão indicados na Fig. 2, abaixo dos símbolos dos respectivos elementos; por intermédio dessa figura pode deduzir-se directamente a relação entre electro negatividade e configuração electrónica. A Fig. 3 mostra a sua variação periódica.

Independentemente de Pauling, Mulliken (45) construiu a sua escala de electronegatividades; o processo seguido pode resumir-se (46) como segue: supondo que numa ligação A—B o átomo *A* cede, por exemplo, 1 electrão ao átomo *B*, será libertada uma quantidade de energia E_B que contribuirá para a energia necessária para a ionização de *A*, ou seja, I_A; o saldo de energia será, pois, $I_A - E_B$. Na realização do processo inverso, o saldo será $I_B - E_A$. Se os dois valores são iguais podemos escrever:

$$I_A - E_B = I_B - E_A \quad \text{ou} \quad I_A + E_A = I_B + E_B$$

ora isto só acontecerá se as electronegatividades forem iguais, porque se um dos átomos for mais electronegativo que o outro, por exemplo, *A*, será:

$$I_A - E_B > I_B - E_A \quad \text{ou} \quad I_A + E_A > I_B + E_B$$

Estas relações sugerem que a soma I + E pode servir de medida da electronegatividade do elemento respectivo; calculando os valores desta soma para diversos elementos, Mulliken estabeleceu uma escala absoluta de electronegatividade. A relação entre as escalas de Pauling e Mulliken é a seguinte:

$$I_X - E_X = 130 \,.\, x_X$$

O quadro seguinte (V) mostra até que ponto coincidem os valores obtidos desta relação.

Sendo o tipo de enlace uma consequência da diferença de electronegatividade dos elementos participantes, Pauling estabeleu a seguinte relação empírica entre o carácter iónico e essa diferença:

$$\%\ \text{caracter iónico} = 1 - e^{-1/4\,(x_A - x_B)^2}$$

(*) O factor 0,208 realiza a *conversão* de kcal-mole^{-1} em eV; a expressão original é: $(x_A - x_B) = \sqrt{0{,}208 \,.\, \Delta}$, vindo Δ portanto em eV.

QUADRO V

Elementos	Mulliken (I — E/130)	Pauling x
F	4,06	4,0
Cl	3,01	3,0
Br	2,76	2,8
I	2,46	2,5
H	2,52	2,1
Li	0.95	1,0
Na	0,91	0,9
K	0,77	0,8
Rb	0.74	0.8
Cs	0,69	0,7

A Fig. 4 dá a sua representação gráfica.

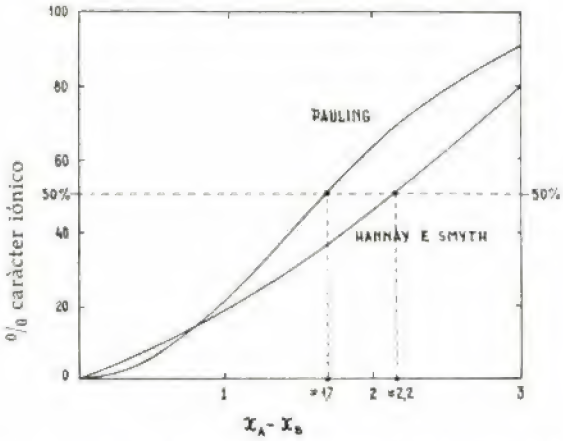


Fig. 4 — Relação entre o carácter iónico na ligação A B e as respectivas electro-negatividades

Dela podemos tirar os seguintes valores:

QUADRO VI

$\lvert x_A - x_B \rvert$	% caracter iónico
0,2	1
0,4	4
0,6	8
0,8	15
1,0	22
1 2	30
1,4	39
1,6	47
1,8	55
2,0	63
2,2	70
2,4	76

De acordo com os valores deste quadro, concluimos que para $x_A - x_B = 1{,}7$ o enlace é 50 % iónico. Medidas recentes do caracter iónico da ligação FH (47) mostram que é 43 % em vez dos 60 % calculados por Pauling e levaram a uma revisão da curva proposta por este; a nova

curva está também representada na Fig. 4 e tem a seguinte expressão analítica (empírica):

$$\%\ \text{caracter iónico} = [0{,}16\ (x_A - x_B) - 0{,}035\ (x_A - x_B)^2] \times 100$$

Dela tiramos os seguintes valores:

QUADRO VII

$\lvert x_A - x_B \rvert$	% caracter iónico
0,2	3
0,4	7
0,6	11
0,8	15
1,0	20
1,2	24
1,4	29
1,6	35
1.8	40
2,0	46
2,2	52
2,4	57
2,6	65
2,8	72

Quere dizer, o enlace é 50 % iónico para $x_A - x_B = 2{,}1$.

Com base no conceito da electronegatividade, podemos dividir os elementos em electronegativos ($x \geqslant 2$) e electropositivos ($x < 2$) e classificá-los nos tipos seguintes:

Tipos	x
Não metais	2,1
Semi-metais	$1{,}9 \geqslant x \geqslant 1{,}6$
Metais	$< 1{,}6$
Inertes	0

Os elementos ditos não-metais são nitidamente electronegativos e estão separados dos metais pela diagonal B — Si — As — Te — (At). Os semi-metais são formados pelos elementos dos grupos IV, V, VI e VII que têm carácter metálico no estado elementar, mas estão relacionados com os não-metais porque formam aniões. Portanto, sob o ponto de vista estrictamente químico e não metalúrgico, só podem ser considerados verdadeiramente metais os elementos dos grupos I, II e III. Nos parágrafos seguintes trataremos da relação entre electronegatividade e o comportamento analítico dos elementos e seus compostos.

Comportamento químico-analítico:

A — *Acidez e electronegatividade:*

Segundo Brønsted (48) e Lowry (49), *ácido* é toda a espécie química (iónica ou molecular) capaz de ceder protões. Dada porém a grande electro-afinidade do protão (0,71 eV), este nunca existe livre pois necessita dum dador; por este motivo um ácido de Brønsted só funciona como tal quando existe outra espécie química que contenha pelo menos um átomo dispondo de pares electrónicos livres; por outras palavras, um ácido de Brønsted contém um elemento coordinativamente insaturado em potencial — o protão. A extensão destas ideias levou Lewis (33), (50), a uma definição mais lata do conceito de ácido, identificando-o como sendo um receptor dum par de electrões.

Não é nossa intenção historiar as diversas teorias existentes e, como a de Brønsted-Lowry é suficiente (51) para o fim em vista, limitamo-nos a frisar o facto de que a definição dada acima põe-nos em presença duma competição entre o ácido e o seu resíduo após protólise, em relação ao protão — factor determinante da acidez; assim o resíduo tende a recuperar o protão libertado pelo ácido e por consequência a definição do carácter ácido fundamenta-se no equilíbrio:

$$\text{ácido} \rightleftarrows \text{resíduo} + \text{protão}$$

Por virtude da sua natureza contraditória deu-se ao resíduo a denominação de *base*; quere dizer, na teoria protónica fala-se de sistemas conjugados ácido-base e não tem sentido considerar isoladamente a forma ácida como espécie química independente (52). Ora esta dependência recíproca é condicionada pelo tipo da ligação base-protão e, portanto, obviamente pelos valores relativos das electronegatividades dos átomos directamente interessados nessa ligação. O equilíbrio anterior passa a escrever-se então do modo seguinte:

$$\text{Ácido} \rightleftarrows \text{Base} + \text{protão}$$

ou

$$A \rightleftarrows B + H^+$$

e é quantitativamente definida pela seguinte cons-

tante termodinâmica, dita *constante de dissociação* ou *de protólise* do sistema considerado:

$$K_A = \frac{(B).\ (H^+)}{(A)}$$

em que os parêntesis designam *actividades*.

Um ácido será tanto mais forte quanto maior a actividade do protão e neste caso a base conjugada será proporcionalmente mais fraca; portanto a força dos sistemas ácido-base é definida quantitativamente pelo valor da constante K_A (53)-(59). Vamos mostrar que K_A, como sugerimos acima, é condicionada pelas electronegatividades de certos átomos presentes no ácido. Vamos para este efeito dividir arbitràriamente os ácidos em 3 grupos:

1) Hidrácidos — genèricamente: X — H [Hidretos]

2) Oxiácidos — id.: $X(-O-H)_n$ [Hidróxidos]

3) Catiões Hidratados — $M(\leftarrow \underset{\underset{H}{|}}{O} - H)_z^{+m}$

Restringiremos o estudo aos sistemas aquosos, embora a teoria de Brønsted se aplique a todos os solventes protónicos, porque (1º) os dados numéricos para K_A são mais acessíveis, (2º) a água contém os mesmos elementos que participam nos ácidos que nos propomos estudar (a razão disto tornar-se-á patente durante a exposição subsequente).

I — HIDRÁCIDOS (HIDRETOS):

A força dos hidrácidos depende da natureza e da firmeza do enlace X — H na molécula XH_n, sendo n o número de oxidação do elemento X. O primeiro factor é caracterizado pela diferença de electronegatividades, pois desta se deduz o carácter iónico da ligação; como a protólise aumenta com a % de carácter iónico, pode dizer-se que os hidrácidos são tanto mais fortes quanto maior a diferença de electronegatividades entre X e H. O segundo factor é função da distância internuclear e portanto do raio atómico do elemento X (mais correctamente, raio covalente) (60), ou, talvez mais expressivamente, do chamado *potencial iónico formal*, $\phi = n/r_c$, sendo r_c o raio covalente. Em relação à posição na classificação periódica, o primeiro factor (electronegatividade) predomina no sentido horizontal e o segundo factor (raio covalente) no sentido vertical, como se exemplifica nos quadros seguintes em que as constantes pK_A, quando são indicadas, foram tiradas da obra de Charlot (52):

a) Influência da electronegatividade:

QUADRO VIII

Elementos do 2.º e 3.º períodos

Composto	Natureza	$x_X - x_H$	% carácter iónico	Momento dipolar (Debye)	r_c	ϕ
CH_4	aprótico	0,4	7	0	0,77	5,2
NH_3	base	0,9	18	1,48	0,74	4,06
OH_2	anfótero	1,4	29	1,84	0,74	2,7
FH	ácido	1,9	43	1,91	0,72	1,39
SiH_4	aprótico	—0,3	5	0	1,17	3.42
PH_3	base	0,0	—	0,55	1,10	2,73
SH_2	ácido	0,4	7	1,02	1,04	1,94
ClH	ác. forte	0,9	18	1,04	0,99	1,01

b) Influência do raio atómico:

QUADRO IX

Elementos dos Grupos VA, VIA e VIIA

Composto	Natureza ou pK_A	$x_X - x_H$	% carácter iónico	Momento dipolar (Debye)	r_c	ϕ
NH_3	base	0,9	18	1,48	0,74	4,06
PH_3	b. fraca	0,0	—	0,55	1,10	2,73
AsH_3	a.m. fraco	—0,1	2	0,16	1,21	2,48
SbH_3	»	—0,3	5	—	1,41	2,14
BiH_3	ácido?	»	»	—	1,52	1,98
OH_2	anfótero	1,4	29	1,84	0,74	2,7
SH_2	7,0	0,4	7	1,02	1,04	1,94
SeH_2	3,77	0,3	5	—	1,17	1,71
TeH_2	2,64	0,0	—	—	1,37	1,46
FH	3,15	1,9	43	1,91	0,72	1,39
ClH	—7,0	0,9	18	1,04	0,99	1,01
BrH	—	0,7	13	0,78	1,14	0,88
IH	—	0,3	5	0,38	1,33	0,76

Através do Quadro VIII vê-se, de facto, que a electronegatividade tem profunda influência na força dos hidrácidos (diria melhor, hidretos) e que o aumento do carácter iónico favorece a protólise; a influência do raio é insignificante visto que varia pouco.

No Quadro IX, observa-se, porém, que ao aumento do carácter iónico não corresponde um

reforço do carácter ácido, pelo contrário, facto este aparentemente em contradição com o verificado no Quadro anterior. Sucede todavia que, no sentido vertical, os raios sofrem grandes variações e, por isso, a ligação X — H torna-se mais frouxa à medida que aumenta a distância interatómica como o mostram os valores do potencial ϕ: vê-se que todos os hidretos para os quais $\phi > 2{,}70$ (correspondente à água) são apróticos ou básicos porque têm maior afinidade para o protão do que a água e, inversamente, os hidretos com $\phi < 2{,}70$ são menos protofílicos do que ela; por outras palavras, no primeiro caso a água comporta-se como ácido e no último caso como base de Brønsted, de acordo com os equilíbrios seguintes:

$$\text{Base} + OH_2 \rightleftarrows \text{Ácido} + OH^-$$

$$\text{Ácido} + OH_2 \rightleftarrows \text{Base} + OH_3^+$$

Se repararmos bem no resíduo iónico que fica da combinação hídrica concluimos que ele é sempre um ou outro dos iões que se formam por dissociação da água:

$$2\ OH_2 \rightleftarrows OH_3^+ + OH^-$$

Generalizando esta conclusão a todos os solventes protónicos (*):

$$2\ YH \rightleftarrows YH_2^+ + Y^-$$

Franklin (61) definiu como ácido todo aquele que reagindo com o solvente liberta o catião característico (YH_2^+) deste e como base a entidade química que liberta o seu anião (Y^-):

$$\text{Ácido} + YH \rightleftarrows \text{Base} + YH_2^+$$

$$\text{Base} + YH \rightleftarrows \text{Ácido} + Y^-$$

Trata-se portanto de acentuar mais explìcitamente a definição de Brønsted que condiciona, como dissémos, a manifestação do carácter ácido à presença duma substância protofílica. Então, o fenómeno da neutralização entre ácido e base consiste pura e simplesmente na reconstituição da molécula do solvente:

$$ClH + OHNa \rightleftarrows ClNa + OH_2$$

$$ClNH_4 + NH_2Na \rightleftarrows ClNa + 2\ NH_3$$

A criação da função que nós designámos por *potencial iónico formal*, por analogia com a definição de Cartledge (62), tem a vantagem de permitir predizer o comportamento ácido-base duma espécie química num solvente protónico: basta que se conheçam os valores relativos de ϕ para ambos. Por exemplo, o ClH é um ácido mais forte num solvente básico como amónia do que na água porque a diferença dos valores de ϕ para ácido e solvente é maior no primeiro caso do que no último, (63). Inversamente, um ácido muito forte como o perclórico, por exemplo, torna-se mais fraco num solvente ácido como o acético ($pK_A = 4{,}87$) (64); a comparação dos valores de ϕ não é fácil de fazer neste caso porquanto é preciso conhecer o raio do anião acetato (65).

Ainda não possuímos dados para podermos estender o domínio de aplicação da referida função, mas, para o caso particular dos hidrácidos, em face dos Quadros VIII e IX, podemos dizer que ela caracteriza mais seguramente aqueles do que a propriedade da electronegatividade; mais ainda, serve para indicar a força relativa dos ácidos fortes onde a constante pK_A perde o significado em virtude da acção niveladora do solvente (66), (67) e (68).

II — HIDRÓXIDOS:

Podemos representar os *hidróxidos* através da seguinte fórmula genérica — $X(OH)_n$ — em que n continua a ser o número de oxidação do elemento X, que pode ser tanto electronegativo como electropositivo. Como no caso dos hidretos, são ainda os dois factores — electronegatividade e raio covalente — que determinarão o comportamento ácido-base dos hidróxidos, fazendo-se o estudo sobre a estrutura fundamental [X — O — H], comum aos oxiácidos e às bases. Diremos então que o hidróxido se comporta como *ácido* ou como *base* conforme a ligação X — O é mais firme ou mais frouxa do que a ligação O — H, isto é, se:

$D(X-O) > D(O-H)$ — o grupo *XOH* é acido,
$D(X-O) < D(O-H)$ — » » » » básico,

(*) Em boa verdade, Franklin estendeu esta definição também aos solventes não protónicos; mas só nos interessam os protónicos; daí a limitação por nós imposta.

ou seja, consoante a natureza dos respectivos enlaces.

Baseados nos valores de electronegatividade calculados por Pauling, é-nos fácil prever que os elementos ditos electronegativos ($x \geqslant 2$) dêm compostos de natureza francamente ácida, pelo menos nos seus estados positivos de oxidação, e os mais electropositivos ($x \leqslant 1{,}5$) produzam compostos nìtidamente básicos. Os elementos com electronegatividades compreendidas entre os limites citados ($1{,}9 \geqslant x \geqslant 1{,}5$) dão em geral hidróxidos básicos para números de oxidação (ou carga formal) inferiores a 4 e oxiácidos para números de oxidação superiores; mais ainda os hidróxidos com $n = 4$ não têm composição estequiomètricamente bem definida, chamando-se-lhes por esta razão *óxidos hidratados* (69).

Os oxiácidos com um número de oxidrilos igual à carga formal do elemento central, X, chamam-se *ortoácidos*, os quais, para $n = 4$, têm apenas existência virtual porquanto se decompõem dando para — ou meta — ácidos:

$$X(OH)_n \rightarrow XO_m(OH)_u + p\,OH_2$$
$$\begin{cases} n = m + u + p \\ n = u + 2p \end{cases}$$

Como na prática se tem de lidar com o resíduo $XO_{m+u}H_u$ e não com o hipotético ortoácido $X(OH)_n$, convencionou-se dar àquele o nome de *ortoácido verdadeiro* ou simplesmente *ortoácido*. Em virtude da assimetria da molécula dos ortoácidos reais, deixa de ser correcto o estudo baseado apenas na estrutura unitária [X — O — H], pois a presença de oxigénios não oxidrilados, que estão coordinados ao átomo central, provocará neste uma polarização que alterará completamente a acidez do composto:

Mais explicitamente, o ácido $XO_m(OH)_u$ será tanto mais ácido quanto maior o número *m* e menor o número *u*, em virtude do deslocamento da nuvem electrónica no sentido indicado pelas setas, que provoca um afrouxamento das ligações O — H (70). Há, pois, que acrescentar aos factores acima indicados um terceiro elemento de estudo — a influência da estrutura molecular na força dos ácidos.

Estudemos separadamente cada um dos citados factores, supondo desprezáveis os restantes; assim, referindo-nos novamente à Fig. 2, no sentido horizontal, predomina a influência da electronegatividade; no sentido vertical prepondera o efeito do raio sobre o da electronegatividade; para ter em conta, porém, a influência da estrutura, que não é desprezável em nenhum dos casos, escolhemos, para efeitos de comparação, os ortoácidos correspondentes ao número de oxidação máximo, que coincide com o número de grupo na classificação periódica.

As constantes pK_A, quando indicadas, foram, como no caso I, tiradas da obra de Charlot atrás citada, e, para o caso das bases, calculadas por este autor a partir da relação: $pK_A + pK_B = pK_{OH_2}$ (71) (*).

a) Influência da electronegatividade:

QUADRO X

Elementos dos 3 primeiros periodos

Composto (*)	Natureza ou pK_A	$x_O - x_X$	% carácter iónico	n	r_c	ø
LiOH	13,8	2,5	61	1	1,23	0,81
Be(OH)₂	(11.3)	2,0	46	2	0,89	2,25
BO_3H_3	9,2	1,5	32	3	0,80	3,75
CO_3H_2	6,4	1,0	20	4	0,77	5,20
NO_3H	0	0,5	9	5	0,74	6,76
NaOH	14,8	2,6	65	1	1,57	0,64
Mg(OH)₂	11,5	2,3	55	2	1,36	1,47
Al(OH)₃	11,2	2,0	46	3	1,25	2,40
SiO_3H_2	10	1,7	38	4	1,17	3,42
PO_4H_3	2,1	1,4	29	5	1,10	4,54
SO_4H_2	< 0	1,0	20	6	1,04	5,77
ClO_4H	< 0	0,5	9	7	0,99	7,07
KOH	> 14	2,7	70	1	2,03	0,49
Ca(OH)₂	12,7	2,5	61	2	1,74	1,15
Sc(OH)₃	–	2,2	52	3	1,44	2,41
TiO_3H_2	–	1,9	43	4	1,32	3,03
VO_4H_3	–	—	—	5	1,22	4,10
CrO_4H_2	0,7	—	—	6	1,17	5,13
MnO_4H	< 0	—	—	7	1,17	5,98
Fe(OH)₃	–	—	—	3	1,17	2,56
Co(OH)₃	–	—	—	3	1,16	2,57
Ni(OH)₃	–	—	—	3	1,15	2,61
Cu(OH)₂	19	1,7	38	2	1,17	1,72
Zn(OH)₂	16	2,0	46	2	1,25	1,60
Ga(OH)₃	14	1,9	43	3	1,25	2,40
$Ge_5O_{11}H_2$	10	1,8	40	4	1,22	3,28
AsO_4H_3	2,3	1,5	32	5	1,21	4,13
SeO_4H_2	0	1,1	22	6	1,17	5,13
(BrO_4H)	–	0,7	13	7	1,14	(6,15)

(*) Os hidróxidos pouco solúveis em meio aquoso estão indicados em *itálico*.

b) Influência do raio atómico:

QUADRO XI

Elementos dos grupos IA, IIA, IIIA, IVA, VA, VIA e VIIA

Composto (*)	Natureza ou pK_A	$x_O - x_X$	% carácter iónico	n	r_c	ϕ
LiOH	13,8	2,5	61	1	1,23	0,81
NaOH	14,8	2,6	65	1	1,57	0,64
KOH	>14	2,7	69	1	2,03	0,49
RbOH	»	2,7	69	1	2,16	0,46
CsOH	»	2,8	72	1	2,35	0,43
Be (OH)₂	(11,3)	2,0	46	2	0,89	2,25
Mg (OH)₂	11,5	2,3	55	2	1,36	1,47
Ca (OH)₂	12,7	2,5	61	2	1,74	1,15
Sr (OH)₂	13,2	2,5	61	2	1,91	1,05
Ba (OH)₂	13,4	2,6	65	2	1,98	1,01
B (OH)₃	9,2	1,5	32	3	0,80	3,75
Al (OH)₃	11,2	2,0	46	3	1,25	2,40
Ga (OH)₃	14	1,9	43	3	1,25	2,40
In (OH)₃	16	»	»	3	1,50	2,00
Tl (OH)₃	—	2,0	46	3	1,55	1,94
CO_3H_2	6,4	1,0	20	4	0,77	5,20
SiO_3H_2	10	1,7	38	4	1,17	3,42
$Ge_5O_{11}H_2$	10	1,8	40	4	1,22	3,28
SnO_3H_2	32	1,8	40	4	1,41	2,84
Pb(OH)₄	—	—	—	4	1,54	2,60
NO_3H	<0	0,5	9	5	0,74	6,76
PO_4H_3	2,1	1,4	29	5	1,10	4,54
AsO_4H_3	2,3	1,5	32	5	1,21	4,13
SbO_4H_3	—	1,7	38	5	1,41	3,54
BiO_3H	—	»	»	5	1,52	3,29
SO_4H_2	<0	1,0	20	6	1,04	5,77
SeO_4H_2	<0	1,1	22	6	1,17	5,13
TeO_6H_6	6,2	1,4	29	6	1,37	4,37

c) Influência da estrutura e do estado de oxidação:

QUADRO XII

Elementos diversos

Composto	Natureza ou pK_A	n	m	u	ϕ
$Mn(OH)_2$	base	2	0	2	1,72
$Mn(OH)_3$	»	3	0	3	2,56
$Mn(OH)_4$	anfótero	4	0	4	3,44
MnO_3H	ácido	5	2	1	4,27
MnO_4H	ácido forte	7	3	1	5,98
AsO_2H_3	9,2	3	1	1	2,49
AsO_4H_2	2,3	5	1	3	4,13
SeO_3H_2	2,6	4	1	2	3,42
SeO_4H	< 0	6	2	2	5,13
SO_3H_2	1,8	4	1	1	3,84
SO_4H_2	< 0	6	2	2	5,77
$N_2O_2H_2$	7	1	0	2	1,35
NO_2H	3,2	3	1	1	4,05
NO_3H	< 0	5	2	1	6,75
IOH	10	1	0	1	0,75
IO_2H	instável	3	1	1	2,27
IO_3H	0,8	5	2	1	3,76
IO_4H	0,7	7	3	1	5,26
BrOH	8,7	1	0	1	0,88
BrO_2H	instável	3	1	1	2,64
BrO_3H	0,7	5	2	1	4,40
ClOH	8	1	0	1	1,01
ClO_2H	2	3	1	1	3,03
ClO_3H	< 0	5	2	1	5,05
ClO_4H	< 0	7	3	1	7,07

Os quadros X e XI mostram que todos os hidróxidos para os quais $x_O - x_X$ é maior que $x_O - x_H = 1,4$ se comportam como base; para

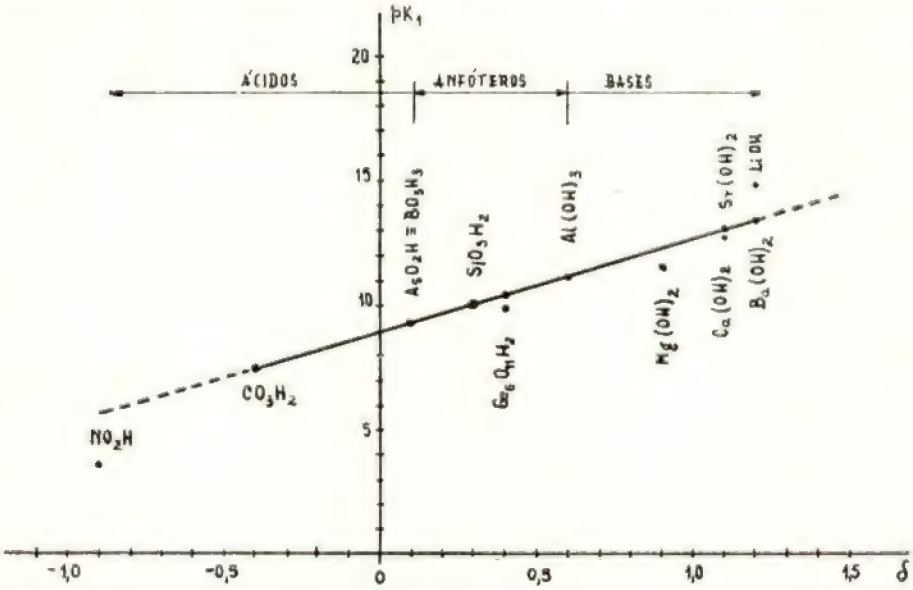


Fig. 5 — Relação entre pkA e $\delta = (x_O - x_X) - (x_O - x_H)$

valores inferiores a 1,5, apresentam carácter ácido. O primeiro quadro sugere-nos que se fizermos um gráfico dos valores de pK_A em função da diferença

$$\delta = (x_O - x_X) - (x_O - x_H)$$

deve existir uma relação linear entre as citadas grandezas e que para um valor nulo desta diferença aparecerão hidróxidos anfóteros. A Fig. 5 confirma o nosso raciocínio: a zona de transição dos ácidos para as bases está situada perto de $\delta = 0{,}1$, e corresponde exactamente ao valor de δ acima do qual o enlace X — O é mais iónico que covalente ($>40\ \%$), de modo que o hidróxido respectivo se dissocia preferentemente segundo a equação:

$$X(OH)_n \rightleftarrows X^{+n} + n\,OH^-$$

Para $\delta < 0{,}1$, o enlace X — O é essencialmente covalente, passando o hidróxido a dissociar-se de acordo com a equação:

$$XO_{m-u}H_u \rightleftarrows (XO_{m-u}H_{u-1})^- + H^+$$

No primeiro caso, o hidróxido comporta-se evidentemente como base ($\delta > 0{,}1$) e no segundo como ácido. Estas conclusões completam portanto os estudos feitos por Gallais (72), (72').

O quadro XI mostra a influência das dimensões do átomo central; as electronegatividades variam menos do que no caso anterior. Quando aumenta o raio covalente, a ligação X — O torna-se mais frouxa e o hidróxido correspondente torna-se mais básico, ou, pelo menos, menos ácido; efectivamente, a função ϕ decresce no mesmo sentido o que implica uma menor atracção da parte do átomo central sobre os átomos de oxigénio. Podemos até dizer, com um pouco de audácia é certo, que para $\phi_X - \phi_O < \phi_O - \phi_H$ o hidróxido é uma base e, para a hipótese inversa, um ácido.

Ora, como:

$\phi_O - \phi_H = 2{,}71 - 1{,}88 = 0{,}83$, será $\phi_X - \phi_O < 0{,}83$

ou seja

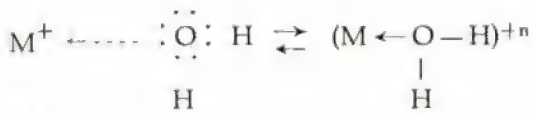
$$\phi_X < 2{,}71 - 0{,}83 = 3{,}54$$

Quere dizer, todos os hidróxidos para os quais $\phi_X < 3{,}54$ são bases e, no caso inverso, ácidos. O exame do quadro em discussão confirma as nossas hipóteses. Se se trata de coincidência, ela é demasiado flagrante para ser considerada fortuita.

Finalmente, o quadro XII evidencia a influência do estado de oxidação e do número de oxigénios não oxidrilados sobre a natureza do hidróxido. Assim, para números de oxidação, *n*, a partir de 4, o hidróxido apresenta características ácidas, salvo no caso dos halogéneos, cujos hidróxidos são sempre ácidos para qualquer estado de oxidação. Por outro lado, a acidez aumenta com o número de oxigénios não oxidrilados (73); este facto explica-se pelo aumento da função ϕ.

III — CATIÕES HIDRATADOS:

Embora a teoria de Brønsted inclua os catiões solvatados como ácidos ou bases, o conceito de Lewis é aqui mais útil porquanto a ligação das moléculas de solvente ao catião é dativa, isto é, faz-se por intermédio dum par electrónico disponível no elemento característico do solvente. No caso de soluções aquosas, o dador é o átomo de oxigénio:



O número mínimo de moléculas de água coordinadas ao catião depende do número de coordinação deste último, mas qualquer que seja o seu número, podemos distinguir no complexo formado, como no caso dos hidróxidos, uma estrutura unitária [M — O — H] de que dependerá o comportamento do complexo como ácido ou como base. Mais do que a electronegatividade, será o potencial iónico ϕ o factor determinante da acidez (74):

QUADRO XIII

Acidez de alguns catiões hidratados:

Complexo	n	r_c	ϕ	pK_A
$Na(OH_2)_2^{+1}$	1	1,57	0,64	14,8
$Mg(OH_2)_4^{+2}$	2	1,36	1,47	11,5
$Al(OH_2)_6^{+3}$	3	1,25	2,40	4,9
$Ca(OH_2)_4^{+2}$	2	1,74	1,15	12,7
$Cr(OH_2)_6^{+3}$	3	1,172	2,56	3,9
$Fe(OH_2)_6^{+3}$	3	1,165	2,57	2,2

Concluímos portanto que, quanto maior o potencial iónico formal, tanto mais firme é a coordinação do oxigénio ao catião e portanto mais frouxa a ligação do protão ao oxigénio por outras palavras, a acidez aumenta com o potencial ϕ.

B — *Solubilidade e electronegatividade*

A solubilidade dos hidróxidos não obedece a regras tão regulares como o seu comportamento ácido-base. Podemos, no entanto, afirmar que os elementos fortemente electronegativos ($x > 2,0$) ou fortemente electropositivos ($x < 1,0$) dão hidróxidos solúveis na água. Para os elementos cujas electronegatividades estão entre os limites apontados, os hidróxidos são pouco solúveis, desde que o número de oxidação não exceda 4.

No caso dos hidróxidos insolúveis, a sua solubilidade é definida por meio duma constante denominada *produto de solubilidade* — produto das actividades dos iões derivados da dissociação duma solução saturada de hidróxido; as actividades são afectadas dum expoente que coincide com o índice estequiométrico de cada ião:

$$X(OH)_n \rightleftarrows X^{+n} + n\ OH^-$$

$$K_S = (OH^-)^n . (X^{+n}) = cte .$$

Como a dissociação varia com a temperatura, o produto de solubilidade depende desta. Na prática, emprega-se outra constante:

$$pK_S = - \log K_S = \text{colog}\ K_S$$

Os valores de pK_S dependem da electronegatividade, do raio iónico e do estado de oxidação, como se pode depreender dos quadros seguintes:

QUADRO XIV

Hidróxidos dos Grupos IIA e IIIA

Composto	pK_S	$x_o - x_m$	% carácter iónico	ϕ
$Be(OH)_2$	20	2,0	46	2,25
$Mg(OH)_2$	11,0	2,3	55	1,47
$Ca(OH)_2$	5,1	2,5	61	1,15
$Sr(OH)_2$	3,5	2,5	61	1,05
$Ba(OH)_2$	2,3	2,6	65	1,01
$Al(OH)_3$	32,5	2,0	46	2,40
$Ga(OH)_3$	35	1,9	43	2,40
$In(OH)_3$	33	1,9	43	2,00
$Tl(OH)_3$	—	2,0	46	1,94

O quadro XIV mostra que a insolubilidade aumenta com ϕ, pois neste caso a firmeza do enlace X — O cresce no mesmo sentido.

QUADRO XV

Hidróxidos dos elementos de transição:

Composto	pK_S	r_c	ϕ
$Cr(OH)_3$	30,3	1,172	2,56
$Mn(OH)_3$	36,0	1,168	2,57
$Fe(OH)_3$	37,7	1,165	2,58
$Co(OH)_3$	42,6	1,157	2,59
$Mn(OH)_2$	12,6	1,168	1,71
$Fe(OH)_2$	15,1	1,165	1,72
$Co(OH)_2$	15,6	1,157	1,73
$Ni(OH)_2$	18,1	1,149	1,74

Como se vê, o estado de oxidação afecta profundamente a solubilidade.

A falta de dados não nos permite fazer um estudo mais exaustivo. Chamamos porém a atenção do leitor para o facto de que as propriedades variem tanto dentro duma margem tão estreita de variação dos valores das electronegatividades e dos raios covalentes.

C — *Potenciais redox e electronegatividade:*

I — EQUILÍBRIO QUÍMICO E ENERGIA LIVRE

Raras são as reacções químicas que se estudam sob entropia ou sob energia constantes, mas sim a pressão e temperatura constantes ou a volume e temperatura constantes, ou seja, em vaso, respectivamente fechado e aberto, convenientemente termostatizado. Para definir o seu equilíbrio termodinâmico podemos utilizar as seguintes funções:

$$F = U - TS$$
$$G = H - TS$$

Não há uma convenção certa para simbolizar e designar estas funções; assim, a *F* atribuem os símbolos *A* ou ϕ e dão indistintamente os nomes de *energia livre de Helmholtz, função de trabalho* ou simplesmente *energia livre;* a *G* dão, para aumentar a confusão, também o símbolo *F*, chamando-se-lhe indiferentemente *energia livre de Gibbs, entalpia livre, potencial termodinâmico,* (75) (76).

As trocas de energia nos sistemas químicos evoluindo para o equilíbrio podem fazer-se pelas vias termodinâmicas usuais ou simultâneamente

com permuta de moléculas ou iões. Designando por μ_i a contribuição energética duma molécula de tipo i para a energia total do sistema, a introdução neste de dN_i moléculas (ou iões) do mesmo tipo traz consigo um acréscimo de energia igual a $\mu_i \cdot dN_i$. Então, a variação correspondente a todos os acréscimos possíveis de energia. será dada pela expressão:

$$dU = TdS - PdV + \Sigma \mu_i \cdot dN_i$$

ou, atendendo às definições de F, H e G:

$$dF = -SdT - PdV + \Sigma \mu_i \cdot dN_i$$
$$dH = TdS + VdP + \Sigma \mu_i \cdot dN_i$$
$$dG = -SdT + VdP + \Sigma \mu_i \cdot dN_i \text{ (*)}$$

donde

$$\mu_i = \left(\frac{\partial U}{\partial N_i}\right)_{S,V,N_j} = \left(\frac{\partial F}{\partial N_i}\right)_{T,V,N_j} =$$
$$= \left(\frac{\partial H}{\partial N_i}\right)_{S,P,N_j} = \left(\frac{\partial G}{\partial N_i}\right)_{T,P,N_j} \quad (i \neq j)$$

Por esta razão, deu-se o nome de *potencial químico* a μ_i, referido a uma molécula ou um ião. A variação de energia correspondente a um molécula-grama (mole) tem o nome de *potencial químico molar* $= g_i$. É fácil de ver que entre os dois potenciais existe a relação:

$$g_i = N_o \cdot \mu_i$$

sendo N_O o número de Avogadro.

A condição geral de equilíbrio químico pode escrever-se então como segue (76):

$$\Sigma m_i \mu_i \text{ (reagentes)} = \Sigma m_j \mu_j \text{ (produtos)}$$

em que m_i e m_j são os índices moleculares com que reagentes e produtos participam na equação que traduz o equilíbrio. Se o sistema tem 2 (ou mais) fases, tem-se para cada constituinte em equilíbrio:

$$\mu_{i_1} \text{ (fase 1)} = \mu_{i_2} \text{ (fase 2)}$$

Nas reacções químicas de interesse analítico, as transformações fazem-se geralmente a pressão constante e o equilíbrio correspondente é quase sempre referido a uma dada temperatura. Nestas condições, a variação de energia é dada, em macroescala, por (77):

$$\Delta G = \Sigma G_{prod.} - \Sigma G_{reag.}$$

Então, se

$\Delta G = O$: o sistema está em equilíbrio termodinâmico:
$\Delta G > O$: » » requer energia para evoluir no sentido desejado;
$\Delta G < O$: » » evolui espontâneamente.

Por isso, $(-\Delta G)$ tem o nome de *força impulsionadora* da reacção e é pelo seu sinal (que é inverso do da variação da entalpia livre) que se determina o sentido duma reacção evoluindo para o equilíbrio químico.

A entalpia livre de cada constituinte é dada nestas condições pela expressão:

por partícula $\mu_i = \mu_i^o + kT. \ln a_i$

por mole $g_i = g_i^o + RT. \ln a_i$

total $G_i = m_i N_o \mu_i = m_i g_i$

A variação de entalpia livre durante a reacção pode escrever-se portanto como segue:

$$\Delta G = \Sigma G_j \text{ (produtos)} - \Sigma G_i \text{ (reagentes)} =$$
$$= \Delta G^o + RT. \ln K$$

sendo K a constante de equilíbrio:

$$K = \frac{\prod_{j=1}^{j=p} a_j^{m_j}}{\prod_{i=1}^{i=q} a_i^{m_i}}$$

onde a_k é a actividade do constituinte k (reagente ou produto).

II — EQUAÇÃO DE NERNST

Consideremos um sistema químico constituído por 2 espécies químicas quaisquer que permutam entre si electrões:

$$Red \rightleftarrows Ox + ne$$

(*) O emprego duma ou doutra das 4 expressões indicadas depende naturalmente das condições termodinâmicas de estudo do sistema químico.

Visto que há troca de cargas eléctricas, existe uma diferença de potencial entre as partículas consideradas, a qual dá o trabalho dispendido por mole com a transferência de electrões $n . \mathcal{F} . E$, sendo $\mathcal{F}$ o Faraday = 96.519 Coulomb. O aparecimento deste potencial traduz-se portanto numa diminuição da entalpia livre do sistema. Temos (78):

$$-\Delta G = n . \mathcal{F} . E$$

ou

$$-\Delta G^o - RT . \ln K = n . \mathcal{F} . E$$

donde

$$E = E^o - \frac{RT}{n} . \ln \left(\frac{a_{Ox}}{a_{Red}} \right)$$

que é a conhecida **equação de Nernst**: ela define quantitativamente o potencial dum sistema redox e a grandeza $E = -\Delta G^o/n\mathcal{F}$ tem o nome de *potencial molar* (ou também *potencial normal*). O significado do potencial molar é simples e pode deduzir-se da equação de Nernst, igualando as actividades a 1 M: é portanto o potencial do sistema no estado de referência ($a_k = 1$ M); daí, o seu nome actual (78').

Vimos atrás que o sinal de ΔG determina o sentido de evolução do sistema: se é negativo, a reacção dá-se expontâneamente no sentido descrito, isto é, da esquerda para a direita. Como o potencial tem um sinal contrário ao de ΔG, concluimos que a *reacção espontânea corresponde a um potencial positivo*. Para a convenção de escrita que adoptámos, a de Lewis (79), isto corresponde a um *sistema redutor*. Em resumo:

se $E^o > 0$: o sistema actua como REDUTOR;
$E^o < 0$: » » » » OXIDANTE.

Esta convenção corresponde portanto a escrever a equação de «semi-reacção» com a *forma reduzida à esquerda*, ou seja com os electrões à direita, e é contrária da convenção de Nernst. No que se segue, adoptaremos a convenção de Lewis.

Vemos portanto que, aderindo rìgidamente a uma determinada convenção de sinais, o conhecimento do sinal de E^o dá uma indicação do provável comportamento redox do sistema e a intensidade da reacção redox depende dos valores relativos dos potenciais E^o dos sistemas presentes. A atribuição de valores numéricos aos potenciais molares só pode ser feita por comparação com um sistema de referência, sob condições termodinâmicamente bem definidas. O sistema universalmente adoptado para efeitos de comparação de potenciais é o de hidrogénio:

$$\underset{(1\ atm.)}{H_2} \rightleftarrows \underset{(1M)}{2H^+ + 2e}$$

referindo-se geralmente os valores medidos a 25°C.

Nestas condições, todos os sistemas com potencial negativo *(potencial de oxidação)* são mais oxidantes que o hidrogénio; todos os sistemas com potencial positivo *(potencial de redução)* são mais redutores que o hidrogénio. Dentro de certos limites, podemos dizer que os sistemas com potencial mais positivo reduzem os sistemas com potencial menos negativo ou com potencial positivo, e vice-versa.

Como dissémos, a intensidade da reacção é directamente proporcional à diferença dos potenciais; em primeira aproximação, podemos comparar directamente os potenciais molares. O processo é simples: escrevemos arbitràriamente a reacção redox num sentido qualquer; para o sistema que ficou com a forma reduzida à esquerda (isto é, no 1.° membro da equação) escrevemos E_1^o com o sinal que lhe corresponde na tabela para a convenção de sinais adoptada; para o outro sistema, em que a forma reduzida ficou à direita (no segundo membro), pomos o sinal contrário para E_2^o. Faz-se a *soma algébrica* dos E^o: se a força electromotriz resultante é positiva, a reacção prossegue espontâneamente no sentido arbitrado; se é negativa, ela efectua-se no sentido inverso ao arbitrado.

No caso mais geral, o potencial varia com o pH, não só porque o protão pode intervir na própria reacção, mas também, indirectamente, porque afecta a força iónica da solução.

III — VARIAÇÃO PERIÓDICA DO POTENCIAL REDOX:

Vamos considerar principalmente os sistemas metal-catião, a fim de não estender mais o presente estudo. É de prever que os sistemas mais redutores correspondam aos elementos fortemente electropositivos e os mais oxidantes aos mais eletronegativos. Para efectuar a comparação do comportamento redox empregaremos os potenciais molares, E^o, e no quadro onde resu-

mimos os seus valores procuraremos apor os valores para meio ácido e para meio alcalino:

QUADRO XIV

Potenciais molares dos elementos dos períodos 2 e 3

Sistema	Electronegatividade	Potenciais molares	
		m. ácido	m. alcalino
$Li^0 - Li^I$	1,0	3,02	3,02
$Be^0 - Be^{II}$	1,5	1,702	2,28
$B^0 - B^{III}$	2,0	0,73	2,5
$C^0 - C^{IV}$	2,5	—	—
$N^0 - N^V$	3,0	— 0,28	—
$O^0 - O^{-II}$	3,5	— 1,229	— 0,401
$F^0 - F^{-I}$	4,0	— 2,85	—
$Na^0 - Na^I$	0,9	2,712	2,712
$Mg^0 - Mg^{II}$	1,2	2,34	2,67
$Al^0 - Al^{III}$	1,5	1,67	2,35
$Si^0 - Si^{IV}$	1,8	0,84	1,73
$P^0 - P^{-III}$	2,1	0,04	0,87
$- P^{III}$	»	0,49	1,71
$S^0 - S^{-II}$	2,5	— 0,141	0,508
$- S^{IV}$	»	— 0,45	—
$Cl^0 - Cl^{-I}$	3,0	— 1,358	—
$- Cl^V$	»	— 1,47	—
$- Cl^{VII}$	»	— 1,34	—

Os potenciais, expressos em Volt, são referidos a 25° e foram extraídos das excelentes tabelas de Latimer (80). Os sinais correspondem, repetimos, à convenção de Lewis.

Os valores do quadro XIV mostram que, efectivamente, os potenciais redox se tornam mais oxidantes à medida que a electronegatividade aumenta e a fronteira de transição entre os potenciais redutores (positivos) e os oxidantes (negativos) coincide com a de separação dos elementos electropositivos (redutores) e electronegativos (oxidantes), limite este constituido pelos elementos B — Si — As — Te — At. Basta reparar nos valores e nos sinais dos potenciais normais destes elementos e compará-los com os dos elementos circundantes.

As variações são menos bruscas no sentido vertical como o evidencia o quadro XV; de facto, as electronegatividades diferem menos e a influência do raio atómico é menor, para este caso, do que nos outros tipos de comportamento analítico (em especial, na acidez). Nos potenciais dos elementos do grupo VIA nota-se nitidamente a transição acima citada, nomeadamente para os sistemas $[X(-II) \rightleftarrows X(0)]$. Deixamos ao cuidado do leitor a verificação para os restantes grupos.

QUADRO XV

Potenciais molares dos elementos dos grupos IA, VIA e VIIA (*)

Sistema	Electronegatividade x	Potências molares	
		m. ácido	m. alcalino
$Li^0 - Li^I$	1,0	3,02	3,02
$Na^0 - Na^I$	0,9	2,712	2,712
$K^0 - K^I$	0,8	2,922	2,922
$Rb^0 - Rb^I$	0,8	2,99	2,99
$Cs^0 - Cs^I$	0,7	3,02	3,02
$F^{-I} - F^0$	4,0	— 2,85	—
$Cl^{-I} - Cl^0$	3,0	— 1,358	—
$Br^{-I} - Br^0$	2,8	— 1,087	—
$I^{-I} - I^0$	2,4	— 0,535	—
$F^0 - F^I$	4,0	—	—
$Cl^0 - Cl^I$	3,0	— 1,63	—
$Br^0 - Br^I$	2,8	— 1,59	—
$I^0 - I^I$	2,4	— 1,45	—
$Cl^0 - Cl^V$		— 4,47	—
$Br^0 - Br^V$	idem	— 1,52	—
$I^0 - I^V$		— 1,195	—
$Cl^0 - Cl^{VII}$		— 1,34	—
$Br^0 - Br^{VII}$	idem	—	—
$I^0 - I^{VII}$		—	—
$Cl^{-I} - Cl^{+I}$		— 1,49	— 0,94
$Br^{-I} - Br^I$	idem	— 1,33	— 0,76
$I^{-I} - I^I$		— 0,99	— 0,49
$Cl^{-I} - Cl^V$		— 1,456	— 0,62
$Br^{-I} - Br^V$	idem	— 1,44	— 0,61
$I^{-I} - I^V$		— 1,085	— 0,26
$Cl^V - Cl^{VII}$		— 1,00	— 0,17
$Br^V - Br^{VII}$	idem	—	—
$I^V - I^{VII}$		— 1,7	— 0,70
$S^0 - S^{IV}$	2,5	— 0,45	—
$Se^0 - Se^{IV}$	2,4	— 0,740	0,35
$Te^0 - Te^{IV}$	2,1	— 0,529	0,02
$S^{IV} - S^{VI}$		— 0,20	0,90
$Se^{IV} - Se^{VI}$	idem	— 1,15	— 0,03
$Te^{IV} - Te^{VI}$		— 1,02	—
$O^{-II} - O^0$	3,5	— 1,229	— 0,401
$S^{-II} - S^0$	2,5	— 0,141	+ 0,508
$Se^{-II} - Se^0$	2,4	+ 0,36	0,760
$Te^{-II} - Te^0$	2,1	0,69	0,92

O carácter essencialmente electronegativo dos halogéneos deduz-se fàcilmente comparando os

(*) Quando os valores de E° são negativos, apomos-lhe *sempre* o sinal (—).

potenciais nos sistemas $[X(-I) \rightleftarrows X(0)]$ com quaisquer dos sistemas em que os ditos elementos participam com número de oxidação positivo: os últimos valores são sempre mais elevados do que os primeiros; quere dizer, os sistemas $[X(0) \rightleftarrows X(+N)]$ ou $[X(-I) \rightleftarrows X(+N)]$ são menos estáveis que os indicados, e tendem sempre no sentido de formação da forma menos oxidada. Em todos os casos, porém, os potenciais são fortemente negativos (oxidantes) o que indica serem os aniões X^- a forma redox mais estável. Inversamente, os elevados potenciais positivos (redutores) dos elementos alcalinos mostram que a sua forma redox mais estável corresponde aos catiões monovalentes, M^+. Os elementos dos grupos intermédios são mais estáveis no estado elementar, aumentando a estabilidade para os elementos situados no centro da classificação periódica (Fig. 2), especificadamente os dos grupos VIB, VIIB e VIIIB, facto este bastamente demonstrado pela sua resistência à corrosão.

A influência do pH nos sistemas redox está claramente patenteada nos quadros XIV e XV: dum modo geral, os potenciais em meio alcalino tornam-se mais positivos, isto é, mais redutores.

CONCLUSÃO

Perante os factos apontados, julgamos que ficou suficientemente frizada a importância do conceito da electronegatividade. Mais ainda, se os estudantes portugueses, a quem este artigo é especialmente dedicado, encontrarem neste conceito a resposta aos inúmeros «por-quês» do comportamento químico dos elementos e seus compostos, a mitigação da sua grande sêde de saber constituirá indirectamente uma homenagem ao génio brilhante de Pauling, que de há muitas décadas tem iluminado o campo da Química teórica, e, para nós, uma compensação do esforço realizado.

Terminamos fazendo votos de que num futuro próximo seja criada nas nossas universidades uma cadeira de Química Teórica, que tanta falta faz para a adequada preparação de quem deseja dedicar-se à investigação e que estabeleça a conexão entre a Mecânica Quântica e as diversas cadeiras de Química ora existentes.

A resenha bibliográfica que apresentamos seguidamente tem finalidade puramente didáctica, porquanto a nossa intenção foi não só indicar os livros de texto que julgamos adequados aos alunos que desejarem aprofundar os temas que neste artigo só de leve pudemos aflorar, mas também orientá-los na consulta dos mesmos, e isto porque, dum modo geral, existe neles a impressão errónea de que, para apreenderem um dado assunto, têm de devorar de lés-a-lés todos os tratados que lhes caiem nas mãos, o que é humanamente impossível; daí ficarem, quando verificam tal impossibilidade, desanimados com a vastidão das matérias que lhes interessam. Todavia, sucede-nos tanta vez ficarmos melhor informados com a leitura de apenas algumas linhas de cada obra do que se a tivéssemos lido integralmente; nesta ordem de ideias não hesitámos em remeter o leitor frequentemente para diversas páginas da mesma obra com uma insistência que se não justificaria se não estivéssemos plenamente convencidos da utilidade de tais referências; não obstante, o leitor dirá da sua conveniência.

Incluímos ainda referências a diversos artigos, alguns dos quais não nos foi possível consultar no escasso tempo que tivémos para redigir o artigo, em particular aos trabalhos originais dos autores que mais contribuiram para a criação dos conceitos e das teorias aqui estudados ou para o seu esclarecimento e desenvolvimento posteriores.

BIBLIOGRAFIA

(1) S. Glasstone — *Textbock of Physical Chemistry*, D. Van Nostrand, N. Y.

(2) A. J. Rutgers — *Physical Chemistry*, Interscience Publishers, N. Y., 1954.

(3) W. J. Moore — *Physical Chemistry*, Longmans, Green & Co., London, 1956.

(4) E. A. Moelwyn-Hughes—*Physical Chemistry*, Pergamon Press, London, 1957.

(5) H. Semat — *Introduction to Atomic and Nuclear Physics*, Chapman & Hall, London, 1954.

(6) M. Born — *Atomic Physics*, Blackie & Sons, London, 1951.

(7) H. J. Emeléus — J. S. Anderson — *Modern Aspects of Inorganic Chemistry*, Routledge & Kegan Paul, London, 1954.

(8) C. A. Coulson — *Valence*, Clarendon Press, Oxford, 1956, p. 36.

(9) T. H. Hazelhurst, J. Chem. Education, 1941, *18*, 580.

(10) H. Remy — *Treatise of Inorganic Chemistry*, Elsevier, Amsterdan, 1956, vol. I, p. 4.

(11) O. Ramirez — Torres, J. Chem. Education, 1955, *32*, 451.

(12) H. Semat., op. cit., p. 236 e seg.

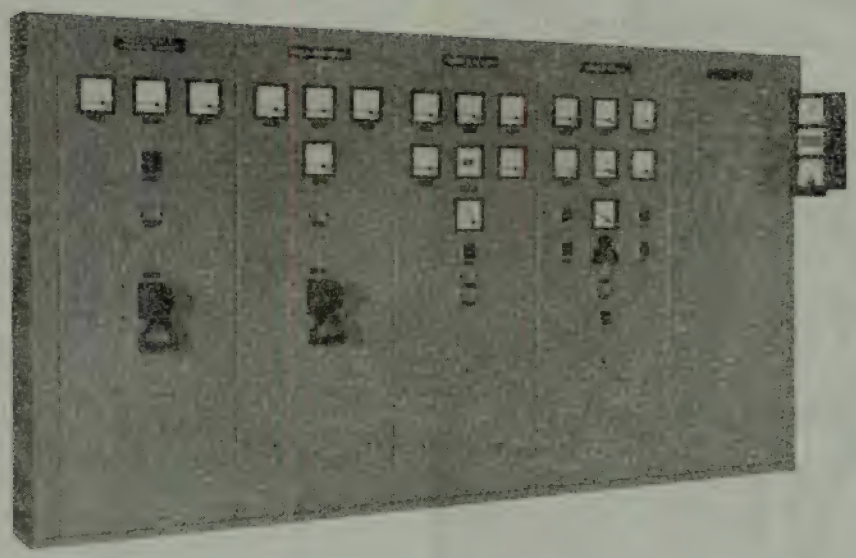
(13) M. Born., op. cit., p. 151 e seg.

(14) S. Glasstone — *Theoretical Chemistry*, D. Van Nostrand, 1952, p. 1.

(15) W. Kossel, An. Physik (4), 1916, *49*, 229.
(16) G.N.Lewis, J. A. Chem. Soc. (J.A.C.S.), 1916, *38*, 762.
(17) I. Langmuir, J. A. C. S., 1919, *41*, 868.
(18) T. M. Lowry, Trans. Faraday Soc., 1923, *18*, 285.
(19) N. V. Sidwick —*The Electronic Theory of Valence*, Clarendon Press, Oxford, 1927.
(20) Y. K. Syrkin — M. Dyatkina — *Structure of Molecules and the Chemical Bond*, Butterworths Scientific Publ., 1950, p. 37-40.
(21) Th. Moeller — *Inorganic Chemistry*, John Wiley & Sons, 1952, p. 156.
(22) L. Pauling, J. A. C. S., 1931, *53*, 1367.
(23) J. C. Slater, Phys. Reviews, 1931, *37*, 481; 1939 *38*, 1109.
(24) E. Cartmell — G. W. A. Fowles — *Valency and Molecular Structure*, Butterworths Scientific Publ., p. 108 e seg.
(24') C. A. Coulson, op. cit., p. 198 e seg.
(24'') K. S. Pitzer — *Quantum Chemistry*, Prentice-Hall, N. Y., 1953, p. 163.
(25) R. Abegg, Z. anorg. Chem., 1904, *39*, 330.
(26) L. Pauling — *General Chemistry*, W. H. Freeman & Co., San Francisco, 1947.
(27) K. S. Pitzer, op. cit., p. 133.
(28) J. A. A. Ketelaar — *Chemical Constitution*, Elsevier, 1953, p. 127 e seg.
(29) L. I. Schiff — *Qaantum Mechanics*, McGraw-Hill, 1955, p. 234.
(30) H. Margenau — G. M. Murphy — *The Mathematics of Physics and Chemistry*, D. Van Nostrand, 1956, p. 367.
(31) R. D. Hartree — *The Calculation of Atomic Structures*, John Wiley, 1957, p. 90.
(32) Per-Olov Löwdin, J. Phys. Chem., 1957, *61*, 55.
(33) G. N. Lewis—*Valence and Structures of Atoms and Molecules*, The Chemical Catalog Co., N. Y., 1923.
(34) W. Heitler — F. London, Z. Physik, 1927, *44*, 455.
(35) W. Heitler — *Elementary Wave Mechanics*, Oxford, Univ. Press, 1945.
(36) F. Hund, Z. Physik, 1928, *51*, 759.
(37) R. S. Mulliken, Phys. Rev., 1928, *32*, 186; Chem. Rev., 1931, *9*, 437.
(38) E. H. Riesenfeld—*Tratado de Quimica Inorgánica*, trad. esp. de J. M. Saures, M. Marín, 1944, p. 394.
(39) J. R. Partington — *General and Inorganic Chemistry*, Macmillan & Co., 1949, p. 96-97.
(40) L. Pauling, J. A. C. S., 1932, *54*, 3570.
(41) L. Pauling — *The Nature of the Chemical Bond*, Cornell Univ. Press, 1948, p. 58.
(41') R. T. Sanderson, J. Chem. Educ., 1952, *29*, 539; 1954, *31*, 2-283.
(41'') E. G. Rochow — D. T. Hurd — R. N. Lewis — *The Chemistry of Organo— Metallic Compounds*, John Wiley & Sons, N. Y., 1957.
(42) T. L. Cottrell —*The Strengths of Chemical Bonds*, Butterworths Scientific Publ., 1954, p. 13.
(42') K. S. Pitzer, op. cit., p. 143 e seg.
(43) H. J. Emeléus — J. S. Anderson, op. cit., Tab. 7, 8, 9 — p. 94 e seg.
(43') E. A. Moelwyn — Hughes, op. cit., p. 296, 431, 518.
(44) L. Pauling, op. cit. (41), p. 46.
(45) R. S. Mulliken, J. Chem. Phys., 1934, *2*, 782; 1935, *3*, 573.
(46) Y. K. Syrkin — M. E. Dyatkina, op. cit., p. 41.
(47) N. B. Hannay — C. P. Smith, J. A. C. S., 1946*68*, 171.
(48) J. N. Brønsted, Rec. Trav. Chim, 1923, *42*, 718; Chem. Rev., 1928, *5*, 232.
(49) T. M. Lowry, Chem. and Ind., 1923, *42*, 43; Trans. Faraday. Soc., 1924, *20*, 13.
(50) W. F. Luder – S. Zuffanti — *The Electronic Theory of Acids and Bases*, Jonh Wiley, N. Y., 1946, p. 43.
(51) G. Charlot, Anal. Chim. Acta, 1947, *1*, 59.
(52) G. Charlot — *L'Analyse qualitative et les réations en solution*, Masson, 1957, p. 28.
(53) R. A. Robinson — R. H. Stokes — *Electrolyte solutions*, Butterworths Scientific Publ. 1955, p. 330, 359.
(54) R. W. Gurney — *Ionic Processes in Solution*, McGraw-Hill, 1953, p. 33, 64, *98*, 105, *113*, *138*, 232, *240*.
(55) J. A. A. Ketelaar, op. cit., p. 80.
(56) P. H. Hermans — *Introduction to Theoretical Organic Chemistry*, Elsevier, 1954, p. 201.
(57) J. Hine — *Physical Organic Chemistry*, McGraw-Hill, 1956, p. 59.
(58) E. A. Moelwyn-Hughes, op. cit., p. 856, 1219.
(59) Th. Moeller, op. cit., p. 321.
(60) Ibidem, p. 135.
(61) E. C. Franklin, J. A. C. S., 1924, *46*, 2137.
(62) G. H. Cartledge, J. A. C. S., 1928, *50*, 2855-2863.
(63) Th. Moeller, op. cit., p. 312.
(64) I. M. Kolthoff — Conferência Plenária do XV Congresso Internacional de Química Pura e Aplicada, Lisboa, publicada em Supl. V, Experientia, Birkhäuser, Basel-Stuttgart, 1956, p. 37.
(65) L. Pauling, op. cit. (41), p. 203.
(66) L. Pauling, J. Chem. Education, 1956, *53*, 16.
(67) J. Hinè, op. cit., p. 48.
(68) W. F. Luder — S. Zuffanti, op. cit., p. 104.
(69) H. Remy, op. cit., vol. I, p. 13-14.
(70) Th. Moeller, op. cit, p. 320.
(71) G. Charlot, op. cit., p. 35.
(72) F. Gallais, Bull. Soc. Chim. France, 147, *14*, 425 (5).
(72') F. Gallais — *Chimie Minérale Théorique et Expérimentale* (Chimie Électronique), Masson, 1957, p. 200, 485, 506, 583, 673.
(73) L. Paulling, op. cit. (26), p. 394.
(74) J. C. Bailar—*The Chemistry of Coordination Compounds*, Reinhold Publ. Co., N. Y., 1956. p. 423,
(75) E. A. Moelwyn-Hughes, op. cit., p. 260-280.
(76) W. J. Moore, op. cit., p. 91 e seg.
(77) F. H. MacDougall — *Physical Chemistry*, Macmilan, 1952, p. 313.
(78) F. C. Prutton—S. H. Maron—*Fundamental Principles of Physical Chemistry*, Macmillan, 1951, p. 530.
(78') H. F. Walton — *Principles & Methods of Chemical Analysis*, Prentice-Hall, 1952, p. 182 e seg.
(79) G. N. Lewis — M. Randall — *Thermodynamics and the Free Energy of Chemical Substances*—McGraw--Hill, 1923, p. 389.
(80) W. M. Latimer — *The Oxidation States of the Elements and Their Potentials In Aqueous Solution* Prentice-Hall, 1938.

40 Anos de experiência em electricidade industrial

ESTUDOS
MONTAGENS
CONSTRUÇÕES
REPARAÇÕES



Quadro geral da Central de DIO (Índia Portuguesa), construído nas n/ oficinas

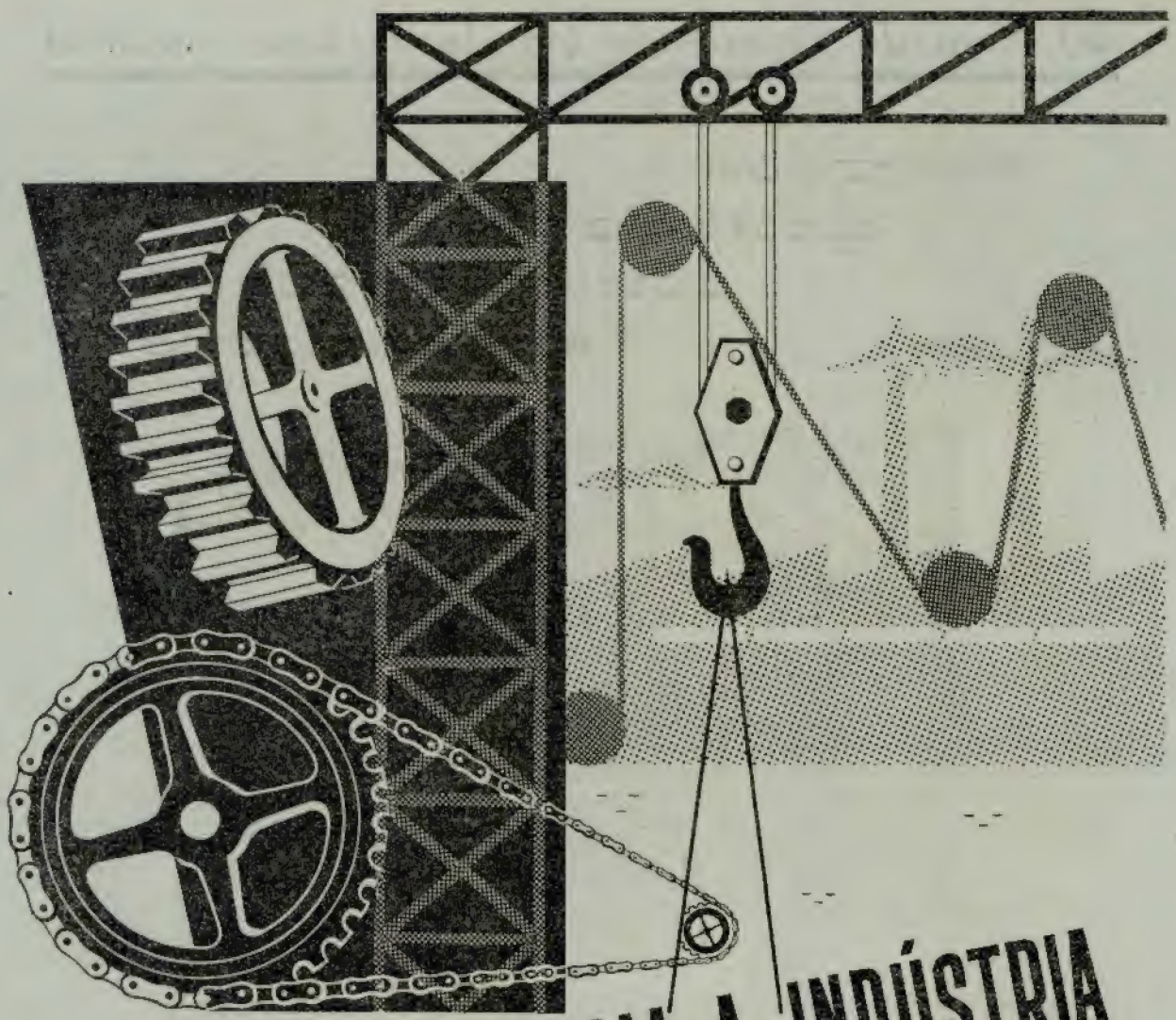
Executamos :

- Centrais e Postos de Transformação
- Redes eléctricas
- Quadros de todos os tipos
- Instalações em edifícios públicos
- Instalações eléctricas industriais. Tipo estanque normal, flame-proof e para ambientes corrosivos
- Equipamentos para pontes rolantes, gruas e guindastes
- Instalações para bordo

D. MOURA, Succs. Lda.

R. TRINDADE, 18-A — LISBOA

TELEF. 21 406 / 20 976 / 23 387



COLABORANDO COM A INDÚSTRIA

NA LUBRIFICAÇÃO DE TODOS
OS SISTEMAS DE ENGRENAGENS

LUBRIFICANTES

Sonap

57-154

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

José F. da Silva Pinharanda, Alexandre Gomes Cerveira, Carlos Ramalho Carlos, Alberto Esteves Guerra, Mário da Rocha Frazão, Guilherme Francês Correia e Arménio de Oliveira Faria

---

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

LIVROS

C. D. U. 621.2

Les Mecanismes Hydrauliques — *J. Faisandier.*
224 págs., 16 × 25, 174 figs. — 2200 frs.

Editada por Dunod (Paris), recebemos esta obra que constitui precioso auxiliar a todos que utilizem ou estudem aplicações de hidráulica.

O autor, director técnico duma firma de material hidráulico, procura apenas atingir um fim didático.

Este livro, profusamente ilustrado, contém no início, os princípios essenciais da transmissão de potência por meio de fluidos hidráulicos sob pressão, os desenvolvimentos matemáticos necessários à sua compreensão, assim como os dados práticos relativos ao estudo e aplicação desses princípios.

O estudo dos princípios gerais, das bombas, dos receptores hidráulicos e dos orgãos intermediários, é acompanhado de numerosas descrições dos modelos existentes e das regras a seguir na fabricação, ensaios e conservação, segundo a experiência do autor.

Apresenta ainda numerosos complementos tecnológicos relativos aos materiais e métodos de fabricação, uma importante exposição da teoria dos servo-mecanismos hidráulicos e numerosos exemplos de aplicações correntes deste capítulo da hidráulica.

Bom aspecto gráfico, encadernação cuidada.

C. D. U. 693 557.3

Winter Concreting, Theory and Practice — *Rilem Symposium.*

The Danish National Institute of Building Research, Copenhagen, 1956 — 500 págs., 15 × 21.

Neste simpósio, trataram-se, de modo muito completo e detalhado, os assuntos seguintes:

Sessão A: Definição de condições climáticas e sua reprodução no laboratório.

B_I: Experiências laboratoriais para determinação da resistência do betão a um congelamento prematuro.

B_{II}: Influência da temperatura sobre o endurecimento do betão.

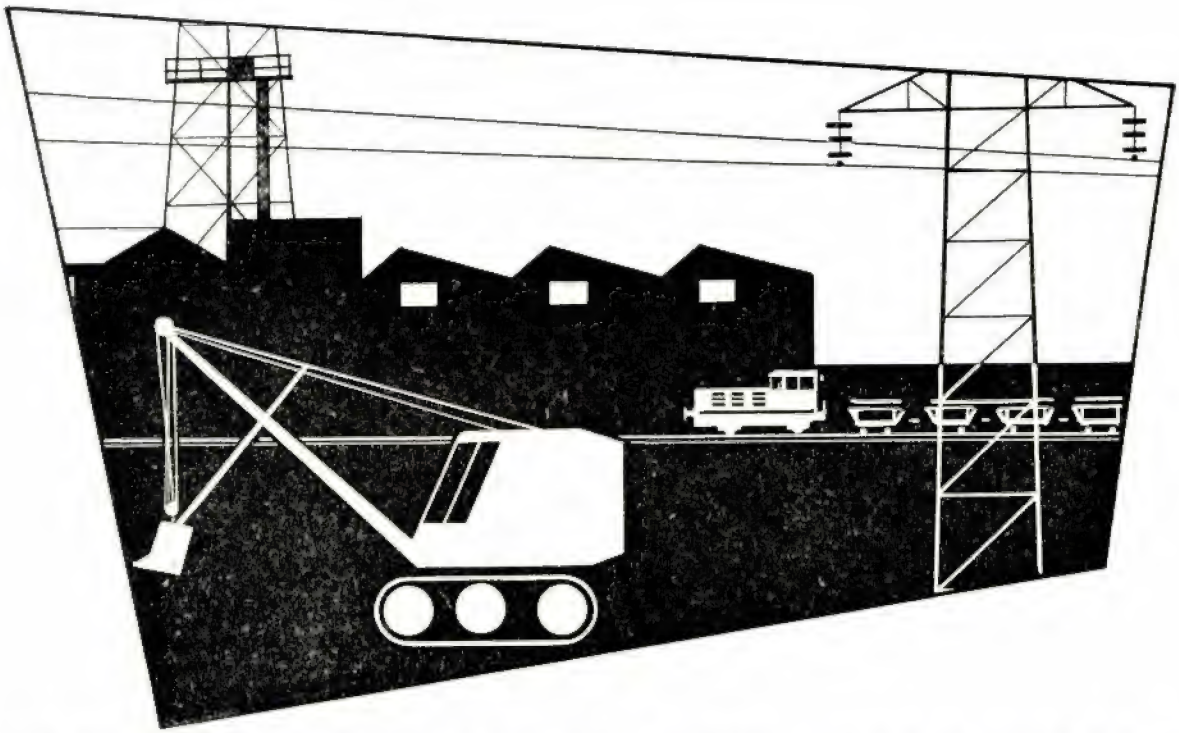
C: Resistência do betão ao congelamento durante os primeiros tempos.

D: Obtenção de qualidade adequada, em betonagem no inverno.

E: Betonagem no inverno, sob o ponto de vista de execução. Processos e equipamento.

Nesta obra, indicam-se as comunicações feitas, as discussões em cada sessão, apresentando-se ainda um capítulo resumo das conclusões do simpósio.

Dum modo geral, estes estudos não terão aplicação no nosso País, por as condições climáticas serem mais favoráveis que nos países nórdicos.



MERCEDES-BENZ

MOTORES INDUSTRIAIS DIESEL

MOTORES PARA TODAS AS APLICAÇÕES INDUSTRIAIS
FAMOSOS EM TODO O MUNDO PELA SUA GRANDE ROBUSTÊS. ECONOMIA
DE CONSUMO E FACILIDADE DE MANUTENÇÃO
MODELOS DESDE 15 A 2.500 H. P.

EM ARMAZÉM:

MODELO M B 841 B	25 H. P. — 1.000 R. P. M.
MODELO M 202 B	55 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 203 B	90 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 204 B	120 H. P. — 1.200 R. P. M.

OUTROS MODELOS PARA ENTREGA MUITO RÁPIDA.

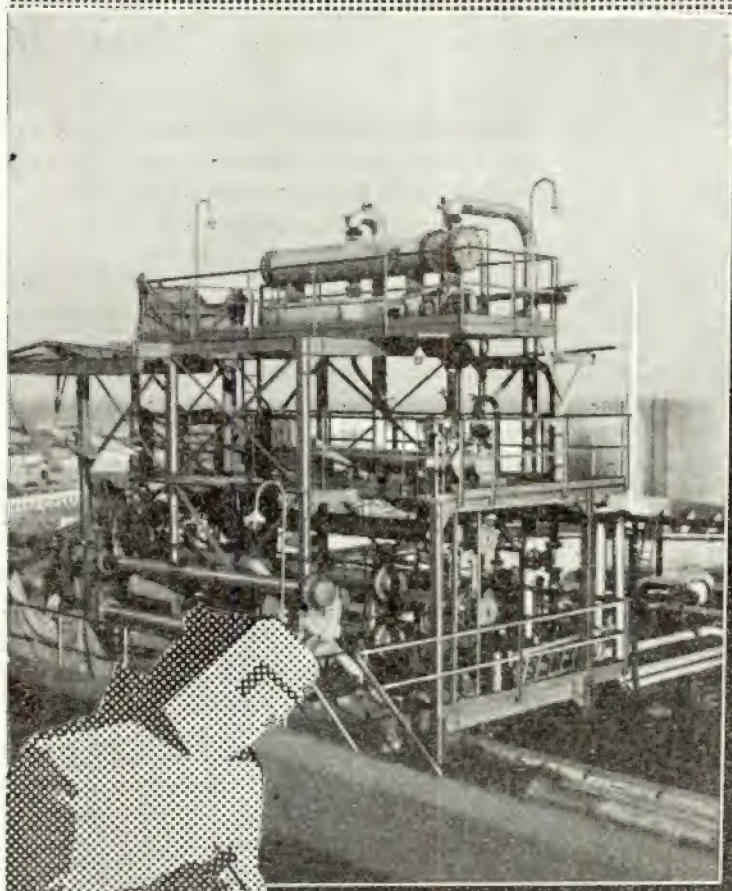
MOTORES A 4 TEMPOS - ARREFECIMENTO POR ÁGUA
ARRANQUE A AR COMPRIMIDO OU ELÉCTRICO

REPRESENTANTES C. SANTOS LDA. — DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA

29, AV. DA LIBERDADE, 41 — LISBOA
160, R. DE S.TA CATARINA, 168 — PORTO

FÁBRICA METALURGICA E CONSTRUTORA

CARAVELA, L.DA



CONSTRUÇÃO E SERRALHARIA CIVIL • ESTRUTURAS METÁLICAS
PONTES E POSTES METÁLICOS • CAIXILHARIA E PORTÕES
PONTES ROLANTES • SERRALHARIA ARTÍSTICA • CALDEIRARIA
SOLDADURA ELÉCTRICA • GALVANOPLASTIA • RADIADORES

CARAVELA L.DA

AV. INFANTE D. HENRIQUE — TALHÃO 10

TELEFONES 399008 — 399480

CABO RUIVO — LISBOA PORTUGAL

C. D. U. 133

O ocultismo Perante a ciência — *Marcel Boll.*
Europa América, págs. 120.

C. D. U. 621.2

Les Mécanismes Hydrauliques — *J. Faisandier.*
Dunod, Paris, págs. 210.

C. D. U. 624.053 : 539.319

Razón y ser de los tipos estruturales — *E. Torroja.*
Instituto Técnico de la Construccion y del Cemento, 1957, págs. 391.

C. D. U. 624.138.52

Estudo da Estabilização de Terrenos com emulsões betuminosas — *Arménio Oliveira Faria.*
Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1956, págs. 64.

C. D. U. 624.154/.155

Estacas para fundações — *Fernando Vasco Costa.*
C. A. Horácio Lane — S. Paulo, Brasil, 1956, vol. 1, págs. 223 + 66.

C. D. U. 693.557.3

Rilem Symposium — Winter Concreting Theory and practice — *Vários.*
Danish National Institute of Building Research, 1956, vol. 1.

C. D. U. 621.822.6 (485) (091)

A History in Pictures — SKF 1907-1957.
1957, vol. 1.

Trata-se duma publicação comemorativa dos 50 anos da Casa SKF, que mostra bem o grande desenvolvimento deste conhecido fabricante de rolamentos.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 332 : 330.191.5 (469)

Considerações gerais sobre o mercado financeiro em em Portugal — *A. Ramos Pereira.*
Revista de Ecouomia, 12-956, vol. 9, n.º 4, pág. 149-176.

C. D. U. 336.12 (469) «1957»

A lei dos meios — *V. Moreira.*
Revista de Economia, 12-956, vol. 9, n.º 4, pág. 191-194.

C. D. U. 512.83

Uma exposição intrínseca da Teoria dos determinantes — *Elon Lages Lima.*
Gazeta de Matemática, 3-6-956, vol. 17, n.ºs 63 e 64, pág. 1-8.

5 referências.

C. D. U. 526.913.72

Système de centrage et équipement goniométrique du Théodolite Zeiss Th 3.
Zeiss — Bulletin Technique, 6-955, vol. 3, n.º 16, pág. 51-54.

C. D. U. 531.721

Note su l'integrafo di Abdank-Abakanowicz e di talune sue applicazioni — *Giuseppe Canale.*
Rivista del Catasto e del Servici Tecnici Erariati, 1956, vol. 11, n.º 2, pág. 145-148.

C. D. U. 532.517.4

Turbulencia en vertederos — *Fernandez Renau.*
Revista de Obras Públicas, 4-957. n.º 2904, pág. 153-163.

C. D. U. 532.542.4

Étude expérimentale de l'écoulement turbulent dans un conduit divergent parcouru par de l'air — *Milliat.*
La Houille Blanche, 9-956, n.º 8, pág. 497-517.
22 figuras e 18 indicações bibliográficas.

C. D. U. 532.576

Ensayo para determinar las pérdidas de agua en una galeria — *Georges Vié.*
Informes de la Construccion, 3-957, n.º 89.

C. D. U. 532.595.08

Le calcul des coups de bélier par machine électronique — *Ch. Dubin.*
La Houille Blanche, 9-956, n.º 8, pág. 539-543.

C. D. U. 534.321.9

Premiers résultats de l'utilisation intensive des ultra-sons pour la détection des fissures d'essieux — *Meyer(E).*
Bulletin du Congrès des Chemins de Fer, 10-956, n.º 10, pág. 809.

C. D. U. 539.219.2 : 539.561

Der Zusamvaenhang Zwischen Rissbildung und Haftfestigkeit unter besouderer Berücksichtigung der Anwendung hoher Stahlspannungen — *H. Rüsch (Munique).*
Publ. Preliminar da Ass. Internacional de Pontes e Estruturas, 1956, pág. 791-812.

Resumo em português «Relações entre a fissuração e aderência considerando tensões elevadas no aço».

C. D. U. 539.219.2 : 624.012.47.023.93

Crades in prestessed concrete beams. (Fissuração das vigas de betão preesforçado) — *P. W. Abeles (Londres).*
Publ. Preliminar da Ass. Internacional de Pontes e Estruturas, 1956, pág. 707-720.
(Resumo em português).

C. D. U. 539.4.011.25

Una fórmula para determinar la tensión de fisuración — *Páez.*
Informes de la Construccion, 3-957, n.º 89.

ATLANTIC
UMA TINTA
PARA CADA FIM
FABRICA LUSITANA
DE TINTAS E VERNIZES
LIMITADA
FUNDADA EM 1917

C. D. U. 539.4.011.25 : 624.041.2

The behaviour of a symmetrical pitcled roof portal loaded to collapse. (Ensaio de rotura de um pórtico simétrico de duas águas) — *J. F. Baker e K. G. Eickhoff (Cambridge).*

Publ. Preliminar da Ass. Internacional de Pontes e Estruturas, 1956, pág. 61-75.

C. D. U. 539.4.019 : 691

Comportement des matériaux et des cuvrages en construction mixte sous les actions statiques de longue durée — *J. Guerin — (Paris).*

Publ. Preliminar da Ass. Internacional de Pontes e Estruturas, 1956, pág. 115-135.

Resumo em português.

C. D. U. 539.43 : 624.21.097

Ability of bridge parapets to mithstand impact of vehicles. (Resistência das guardas de pontes submetidas aos choques de veiculos) — *Arne Rinkert (Estocolmo).*

Publ. Preliminar da Ass. Internacional de Pontes e Estruturas, 1956, pág. 249-260.

Resumo em português.

C. D. U. 548.6

Interpretação da estrutura de algumas pseudomorfoses — *J. M. Correia Neves.*

Memórias e Notícias, 1956, n.º 42, pág. 54-60.

C. D. U. 550.35 : 552.32 (469.1/.3)

Radioactividade das rochas graníticas do Maciço Hespérico — *Marília Xavier de Morais.*

Memórias e Notícias, 1956, n.º 41, pág. 26-39.

5 indicações bibliográfica. Há também em separata.

C. D. U. 551.49.08

Prospecções geofisicas em Alenquer e Ota — *J. C. Arantes e Oliveira.*

Boletim dos Serviços Técnicos da C. A. L., 1955, vol. 21, pág. 103-111.

C. D. U. 620.92 (7)

Les ressources hydroélectriques de l'Amérique Centrale — *A. Pfaff.*

La Houille Blanche, 11-956, n.º 5, pág. 669.

C. D. U. 620.93

L'aménagement hydraulique de la vallée de l'Orb en li4ision avec l'usine de Montahut — *PH. Deymié.*

La Houille Blanche, 9-956, n.º 8, pág. 523-526.

C. D. U. 621.24 : 620.162

Essais de stabilité effectués sur un groupe hydroélectrique — *Laurent e Favez.*

La Houille Blanche, 9-956, n.º 8, pág. 469-486.

21 figuras.

C. D. U. 621.24 : 620.163

Essais sur les turbines à réaction destinés à compléter les mesures de rendement — *G. Willm.*

La Houille Blanche, 9-956, n.º 8, pág. 487-496.

C. D. U. 628.113.1

A água do Rio Tejo e a visita ás instalações da Sociedad General de Aguas de Barcelona — *Luís Veiga de Macedo.*

Boletim dos Serviços Técnicos da C. A. L., 1955 vol. 21, pág. 35-48.

C. D. U. 621.355 : 625.2

Détermination empiriqne de la meilleure électrode positive d'une batterie d'accumulateurs d'éclairage des trains — *Meyer (E.).*

Bulletin du Congrès des Ch. de fer, 8-956, n.º 8, p. 643.

C. D. U. 624.014.004.4

Unterbaltung der Tragwerke aus Stobl — *Walter Wolf (Colônia).*

Publicação Preliminar da Ass. Internacional de Pontes e Estruturas, 1956, pág. 675-690.

C. D. U. 624.014.25

Les constructions metalliques soudées — *L. Grelot (Paris).*

Publicação Preliminar da Ass. Internacional de Pontes e Estruturas, 1956, pág. 463-476.

Resumo em português.

C. D. U. 624.014.25

La charpente soudée de la patinoire féderal de Boulogne-Billancourt — *Lortn, P.*

Annales de l'Institute Technique du Batiment, 2-957, n.º 110, pág. 146-158.

C. D. U. 624.014.25

Construction de l'ossature du Centre Hospitalier Régional de Nantes — *Turmel, G. et Voyer.*

Annales de l'Institut Technique du Batiment, 2-957, n.º 110, pág. 159-166.

C. D. U. 624.014.25 : 539.319

Stress distribution in fillet welds. (Distribuição das tensões nas soldaduras de canto) — *Geory Wästlund* e *Lars Östlund (Estocolmo).*

Publicação Preliminar da Ass. Internacional de Pontes e Estruturas, 1956, pág. 503-512.

Resumo em português.

C. D. U. 624.014.25 : 621.791

Verschiedene Schweissverfahren bei der Ausführung geschweisster Stahlbauten (Diversos processos de soldadura utilizados em construção metálica — *Curt F. Kollbrunner (Zurique).*

Publicação Preliminar da Ass. Internacional de Pontes e Estruturas, 1956, pág. 591-595.

C. D. U. 624.014.25 : 669.16 (44)

Possibilités offertes per les aciers français en construction soudée — *A. Delcamp (Paris).*

Publicação Preliminar da Ass. Internacional de Pontes e Estruturas, 1956, pág. 517-541.

C. D. U. 625.8.03

Quelques considérations sur les chaussées souples et les chaussées rigides — *G. Meunier et G. Jenffroy.*

9-956, vol. 11, n.º 9, pág. 335.

C. D. U. 625.8.036.3

Déformabilité des chaussées — *R. Peltier.*

La Technique Moderne de Construction, 9-956, vol. 11, n.º 9, pág. 295.

C. D. U. 625.8.062

Liquid Asphaltic Materials — *John M. Griffith.*

Asphalt Institut Quarterly, 4-954, vol. 6, n.º 2, pág. 11.

C. D. U. 625.8.063

Liquid Asphaltic Materials Emulsified Asphalts — *John M. Griffith.*

Asphalt Institut Quarterly, 1-955, vol. 7, n.º 1, pág. 10.

C. D. U. 625.8.063 : 668.7

Les émulsions cationiques a PH acide Théorie — Fabrication — Utilisation. — *M. Ceintrey.*

La Technique Moderne de Construction, 9-956, vol. 11, pág. 303.

C. D. U. 625.8.089.112

Peintures de signalisation routiére — *J. L. Rabaté.*

La Technique Moderne de Construction, 9-956, vol. 11, n.º 9, pág. 332.

C. D. U. 625.85

El hormigon asfáltico como impermeabilizante — *Georges Vié.*

Informes de la Construción, 11-956, n.º 85, pág. 675-2.

C. D. U. 625.855.04

L'argile colloidale et les revêtements hydrocarbonés de chaussées — *M. Duriez.*

La Technique Moderne de Construction, 9-956, vol. 11, n.º 9, pág. 263.

C. D. U. 627.8

Chute de Montpezat. Le percement du lac d'Issarlés, la conduite forcée et l'usine souterraine de Montpezat — *Auroy, F.*

Annales de l'Institut Technique du Batiment, 12-956, n.º 108, pág. 1101-1124.

C. D. U. 627.824.7

Presa de San Esteban.

Informes de la Construción, 3-957, n.º 89.

C. D. U. 663.632

O cloro na esterilização das águas — *Centre Belge d'Etude et Documentation des eaux.*

Boletim dos Serviços Técnicos da C. A. I., 1955, vol. 21, pág. 199 218.

C. D. U. 656.225

Comment le Service des Affaires Economiques des Chemins de fer Néerlandais conçoit la protection des marchandises pendant le transport — *Pentinga (K. J.).*

Bulletin du Congrès des Chemins de fer, 10-956, n.º 10, p. 821.

C. D. U. 656.23

Critères de différenciation à prendre en considération dans l'établissement des tarifs — *Scott (W. G.).*

Bulletin du Congrès des Chemins de fer, 10-956, n° 10, p. 829.

C. D. U. 663.63

Um novo método de pesquisa presuntiva de Esch. Coli na água — *Serviços Sanitários da C. A. L.*

Bolletin dos Serviços Técnicos da C. A. L., 1955, vol. 21, pág. 23-33.

C. D. U. 663.631

Nouveaux décanteurs permettant de récupérer les matéreaux fins charriées par un liquide — *Montagné.*

La Houille Blanche, 9-956, n.º B. pág. 466-468.

3 figuras.

C. D. U. 666.94/7

Retrait et fissuration des ciments, mortiers et betons — *Lajuma.*

Annales de l'Institut Technique des Batiment, 12-956, n.º 108, pág. 1125-1139.

C. D. U. 666.982.4 : 666.6

Fabrication et utilisation des differents types d'éléments de construction en terre cuite et béton précontraints, fabriqués en France — *Charrière, J.*

Annales de l'Institut Technique des Batiment, 12-956, n.º 108, pág. 1178-1197.

C. D. U. 669

Um ciclo de curiosas realizações metalurgicas — Memória 156 — *J. C. Almeida Rainha.*

Boletim da Ordem dos Engenheiros, 4-956, vol. 5, n.º 7.

C. D. U. 669 : 621.791.001.5

The British Welding Research Association — *H. E. Dixon.*

Metallurgia, 10-955, vol. 52, n.º 312, pág. 185-190, 300

ESCAVADORAS

LINK-BELT

SPEEDER

CLAMSHELL K-360 (Capacidade 1 — 1/2 jd.³)

— **Modelos** Com baldes de 1/2 a 3 jardas cúbicas de capacidade.

— **Equipamentos frontais** «dragline»; balde de garras; guindaste; bate-estacas; valadora e colher escavadora frontal.

— **Comandos hidráulicos** Speed-o-Matic, patente da Link-Belt Speeder.

— **Montagens possíveis:**

LAGARTAS

CHASSIS SOBRE PNEUS

CAMIONS

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS
PARA A METRÓPOLE E ULTRAMAR

ESTABELECIMENTOS HEROLD, L.DA

RUA DOS DOURADORES, 7

LISBOA

C. D. U. 678.017 (Brésilien)

Un essai mécanique particulier. L'essai «Brésilien» — *Jean Lesavre.*

Industrie des Plastiqnes Modernes, 12-956, vol. 8, n.º 10, pág. 48-52.

17 referências bibliográficas.

C. D. U. 678.027

Variantes de formage — *M. Leqmarie et M. Klopfer.*

Industrie des Plastiques Modernes, 1-957, vol. 9, n.º 1, pág. 32-35.

C. D. U. 678.027.7

Á propos du moulage par aspiration — *A. Thiel.*

Industrie des Plastiques Modernes, 1-957, vol. 9, n.º 1 pág. 26-31.

C. D. U. 678.027.7 : 621.357.6

Moules electroformés.

Industrie des Plastiques Modernes, 2-956, vol. 8, n.º 2, pág. 13-15.

C. D. U. 678.06 : 621.798

Conditionnements pneumatiques — *G. Janny.*

Industrie des Plastiques Modernes, 1-957, vol. 9, n.º 1, pág. 4-7.

C. D. U. 678.06 : 678.6'376.74

De la estabilisation chlorophyllienne — *F. Cachevy.*

Industrie des Plastiques Modernes, 6-956, vol. 8, n.º 6, pág. 6-8.

C. D. U. 69.002 : 725.4

Dix ans de batiment industriel en république populaire de Pologne — *Kopciowski, J. et Mens, W.*

Annales de Institut Technique du Batiment, 1-957, n.º 109, pág. 33-62.

C. D. U. 69.002 : 728.2

Le cité Bournazel de Casablanca. Étude et réalisation d'un ensemble de 1700 logements — *Durand, R. et Lions, P.*

Annales de Institut Technique du Batiment, 1-957, n.º 109, pág. 1-31.

C. D. U. 69.059.2 : 624.012.45

Fissuration des corps fragiles et du béton armé — *Brice, L. P.*

Annales de Institut Technique du Batiment, 1-957, n.º 109, pág. 81-92.

C. D. U. 725.38

Downtown center garage, en San Francisco — *W. H. Ellison + G. A. Applegarth.*

Informes de Construction, 3-956, vol. 8, n.º 79.

C. D. U. 725.38

Garage, en Dublin

Informes de Constructión, 3-956, vol. 8, n.º 79.

C. D. U. 725.38

Zolli garage, en Basileia — *H. Hossdorf + O. U. W. Senn-Bsa.*

Informes de Constructión, 3-956, vol. 8, n.º 79.

C. D. U. 725.86

Estádio olímpico de patinage Cortina d'Ampezzo.

Informes de Construcción, 7-9-956, vol. 9, n.º 83.

C. D. U. 725.89

Hipódromo de Saint-Cload

Informes de Construcción, 8-9-956, vol. 9, n.º 83.

C. D. U. 725.96 01

Estética y función en el puente — *D. B. Steinman.*

Informes de la Construcción, 6 e 7, 956, vol. 9, n.º 32.

C. D. U. 726.5

Iglesia da la Virgen Milagrosa — *Félix Candela.*

Informes de la Construcción, 12-956, n.º 86, pág. 148-40.

C. D. U. 727.1

Grupo escolar, en Lausana — *Marc Picard (arquitecto) e Villard e De Cerenville (engenheiros).*

Informes de la Construccion, 11-956, n.º 85, pág. 141-14.

C. D. U. 727.1 : 624.094

Bâtiments scolaires à ossature métallique.

Acier Stahl Stell, 5-956, n.º 5, pág. 201.

C. D. U. 727.5 [676]

Centro Experimental em Roma (indústria de papel) — *U. Luccichenti.*

Informes de la Construcción, 10-956, vol. 9, n.º 84.

C. D. U. 727.6

Centro docente, en Dearbon — *Eberle M. Smith Associates Inc.*

Informes de la Construcción, 11-956, n.º 85, 141-19.

C. D. U. 728.5

Hotel Fontainebleau — *Morris Lapidus.*

Informes de Construcción, 10-956, vol. 9, n.º 84.

C. D. U. 728.6

Casa Burbuja — *Eliot Noyes.*

Informes de la Construcción, 12-956, n.º 86, pág. 682-11.

C. D. U. 728.7

Residencia, en Pretoria.

Informes de la Construcción, 5-956, vol. 9, n.º 81.

C. D. U. 728.7

Vivienda en Munro — *A. Williams.*

Informes de la Construcción, 5-956, vol. 9, n.º 81.

Colégio de S. João de Brito
Alameda das Linhas de Torres

Uma construção de

Júlio Cisneiro
Rua Pedro Ivo, 1, 1.º Dt.º — Lisboa

CHALLENGE

TELAS BETUMINOSAS

Os produtos **Briggs** são os preferidos pelos bons técnicos da construção para a Impermeabilização de placas, varandas, terraços, etc., e para as pinturas dão a preferência aos afamados produtos

SÍLEXORE
PINTURA PETRIFICANTE

Distribuidores

NO CENTRO E SUL
V. T. MARTINS
Rua da Prata, 59, 3.º Esq.
Telef. 23690 — **LISBOA**

NO NORTE
BLACKETT & CA., LDA.
Rua da Nova Alfândega, 22
Telef. 21407 — **PORTO**

MANIL
EXPORTAÇÃO · IMPORTAÇÃO

Sede: **Paço d'Arcos** – Av. Voluntários da República – Tel. 262 P. A.

CONSTRUÇÃO CIVIL

SERRAÇÃO E CARPINTARIAS MECÂNICAS
MADEIRAS E TACOS TRATADOS

Depósitos: CASCAIS — ESTORIL
PAÇO D'ARCOS — PAREDE

As oficinas estão apetrechadas com os maquinismos mais modernos e com estufa para secagem e tratamento de madeiras

A lubrificação em casos de pressões extremas é pràticamente impossível sem a comparticipação de lubrificantes sólidos.

MOLYKOTE®

LUBRIFICANTES DE ALTA QUALIDADE À BASE DE BI-SULFURETO DE MOLIBDÉNIO NATURAL, EXTRAORDINÀRIAMENTE PURO

foram criados à luz deste conceito básico, para ajudar a indústria a vencer as barreiras da lubrificação.

MOLYKOTE®

vence a barreira da GRIPAGEM ...
que existe em todos os casos de baixa velocidade e pressões extremas, em quase 100 % dos casos.

vence a barreira das PRESSÕES ...
antepondo-lhe a sua propriedade de diminuir o coeficiente de atrito com o aumentar da pressão, e o seu poder lubrificante, que se manifesta até além do limite de elasticidade aparente de qualquer metal.

vence a barreira do ATRITO ...
baixando de cerca de 60 % o coeficiente de atrito, na maior parte dos casos de baixas e altas velocidades.

vence a barreira da TEMPERATURA ...
mantendo as suas extraordinárias qualidades lubrificantes entre — 300 °F. e + 720 °F.

vence a barreira QUÍMICA ...
com a sua invulnerabilidade a todos os solventes, óleos minerais ou sintéticos e ácidos, com excepção de alguns destes últimos, em forma concentrada.

vence a barreira dos AMBIENTES POEIRENTOS ...
permitindo a lubrificação seca efectiva das peças a eles sujeitas.

Os nossos Serviços Técnicos estão à vossa disposição.

Agentes gerais exclusivos para Portugal (continental, insular e ultramarino) de

The Alpha Molykote Corporation, Stamford, U. S. A.

VALADAS, L.DA

Avenida D. Carlos I, 60 — LISBOA

e suas Filiais de PORTO, ÉVORA, COVILHÃ e BEJA

TRACTORES VENDER

Modelo «Champion» de rasto contínuo com motor Diesel de 85 HP

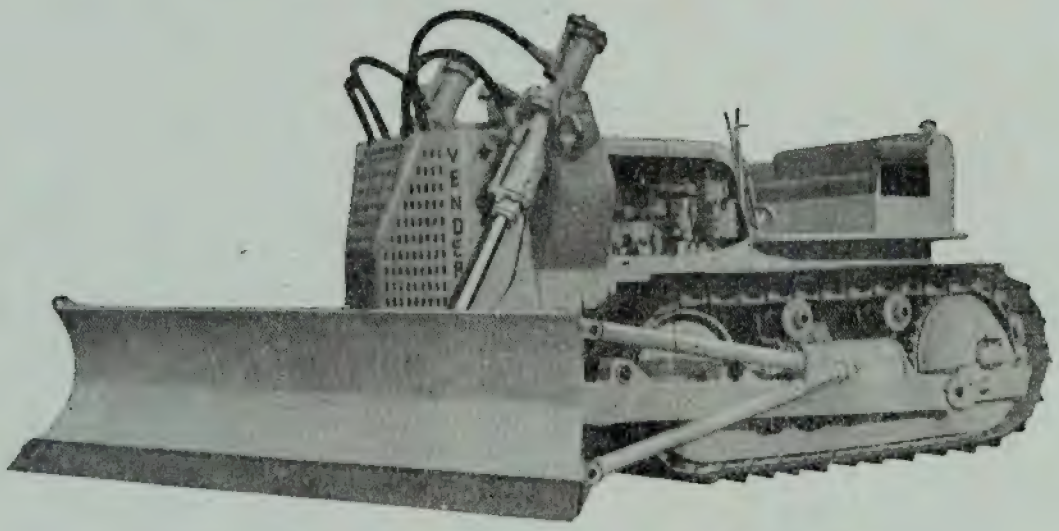
80 HP no tambor de transmissão
72 HP na barra de tracção

Modelo «Conqueror» de rasto contínuo com motor Diesel de 160 HP

140 HP no tambor de transmissão
120 HP na barra de tracção

Modelo «Bully» com motor Diesel de 50 HP (Tractor de rasto ràpidamente transformável em tractor de rodas ou vice-versa. Único tractor deste tipo no Mundo)

47 HP no tambor de transmissão
40 HP na barra de tracção



TRACTORES FIAT

DE RASTO CONTÍNUO

25 C — Motor Diesel de 25 HP
20 HP à barra — 24 HP no tambor

OM 35/40 C — Motor Diesel de 37 HP
29 HP à barra — 35 HP no tambor

55 e 55 L — Motor Diesel de 55 HP
44 HP à barra — 50 HP no tambor

DE RODAS

25 R — Motor Diesel de 25 HP
20 HP à barra — 24 HP no tambor

OM 35/40 R — Motor Diesel de 37 HP
29 HP à barra — 35 HP no tambor

55 R — Motor Diesel de 55 HP
45 HP à barra — 50 HP no tambor

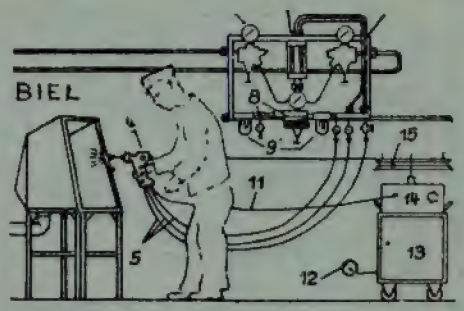
DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

RUA CASCAIS, 47 — LISBOA

Telefs. 637083/4/5

BEJA — ÉVORA — PORTO — SANTARÉM — VILA FRANCA DE XIRA — LUANDA (ANGOLA)
LOURENÇO MARQUES (MOÇAMBIQUE)



METALIZAÇÃO «BIEL»

Aparelhagem tècnicamente perfeita

FABRICO ALEMÃO

Arames de aço e metais

PROJECTOS E ORÇAMENTOS GRÁTIS

DISTRIBUIDORES:

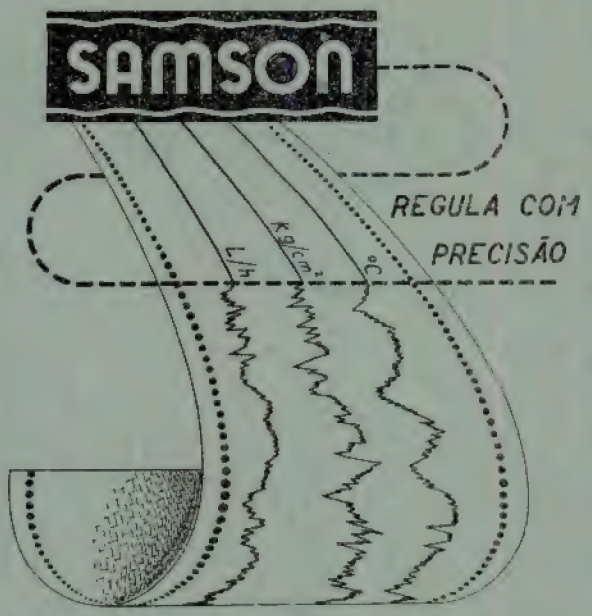
AGÊNCIA COMERCIAL, LDA.

LISBOA

Rua da Boa Vista, 76-1.º — Telef. 34759

SONDAGENS
FUNDAÇÕES
CAPTAÇÕES DE ÁGUA
REBAIXAMENTOS
DE NÍVEIS AQUÍFEROS

RUA RODRIGO DA FONSECA, 62-4.º D. · LISBOA · TELEF. 5 3873



TEMPERATURA, PRESSÃO E DÉBITOS
PARA VAPOR, ÁGUA, AR, ÓLEO E OUTROS FLUIDOS

BOUHON & IRMÃO, LTD.

EM LISBOA: Av. Júlio Diniz, 26, r/c Esq.
Telef.: 77 36 03, 77 86 85
NO PORTO: Rua Antero do Quental, 615
Telef. 4 0118 — 4 0119

GUTTATERNA

Produtos à base de borracha natural não vulcanizada. Isentos de breus e de betumes

CARACTERÍSTICAS:

Grande aderência ao betão, ao ferro, à madeira, ao grès, ao vidro, etc.; Plasticidade excepcionalmente durável; Resistência aos agentes atmosféricos e às acções químicas; Estanqueidade absoluta; Resistência à tracção.

PRINCIPAIS APLICAÇÕES

EM	DE
Juntas de dilatação	Barragens
Juntas de contracção	Edifícios
Juntas de betonagem	Túneis
Colmatagem de fendas	Pontes e estradas
Revestimentos estanques	Canais
Revestimentos anti-corrosivos	Tubos e reservatórios
Pinturas insonorisantes	Navios
Isolamentos eléctricos	Caminhos de ferro
Isolamentos sonoros	Centrais eléctricas
etc., etc.	etc., etc.

SCHROETER E ALMEIDA

SECÇÃO TÉCNICA

Rua da Madalena, 128-2.º **LISBOA**

Telef. 20649

SONDAGENS RÓDIO, L.DA

LISBOA

RUA S. MAMEDE AO CALDAS, 22, 3.º

Telefones: 2 8685 - 2 6865 ✦ Telegramas: SETANSOL

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Sócio gerente: **Walter Weyermann**-Eng. civil

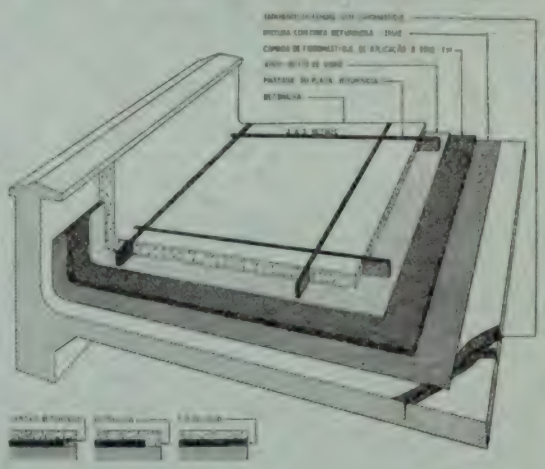
PNEUS PARA TODOS OS VEÍCULOS AUTOMOVEIS LIGEIROS E PESADOS

PNEUS PARA OS MAIS DIVERSOS SERVIÇOS CIVIS E MILITARES

MABOR

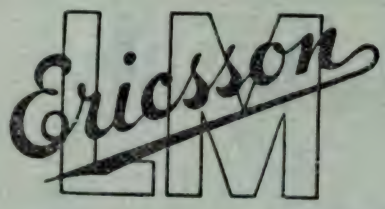
TODOS OS MATERIAIS PARA
IMPERMEABILIZAÇÃO
PRODUZIDOS PELO MESMO
FABRICANTE

Placas Betuminosas, Fibromastiques, Tintas Betuminosas, Mastiques, Emulsões, Colas, Cartões Betuminosos e Papéis Asfaltados



GUEDES & SANTOS SILVA, LDA.

R. de Pedrouços, 49 ● Tel. 61 13 16 ● LISBOA



- SISTEMAS TELEFÓNICOS DE TODOS OS TIPOS
- SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO
- SISTEMAS DE SONORIZAÇÃO
- APARELHAGEM DE MEDIDA E ENSAIO
- CONTADORES ELÉCTRICOS
- CABOS E APARELHAGEM TELEFÓNICA E ELÉCTRICA

PROJECTOS
MONTAGENS
REPARAÇÕES
ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Sociedade Ericsson de Portugal, L.da

R. Filipe Folque, 7, 1.º Tel. (P P C 2 linhas) 57193

Sociedade de Pesquisas, Captações de Água e Transportes, L.da

MATERIAL ELÉCTRICO

para instalações de alta e baixa tensão

•

ESPECIALIDADES **GARDY:**

Corta-circuitos e cartuchos de alto poder de corte
Disjuntores para força motriz e iluminação
Disjuntores de calibres variáveis
Disjuntores MINIHUILLE, até 35 kV
Dispositivos de corte em carga para seccionadores, etc.

REPRESENTANTE:

ANTÓNIO BARÓ

Rua da Assunção, 99-2.º-Dt.º

LISBOA

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

COLAGEM DE TACOS DE MADEIRA

FABRICA EM SACAVÉM

TELEF. 73 01 56 (4 linhas)

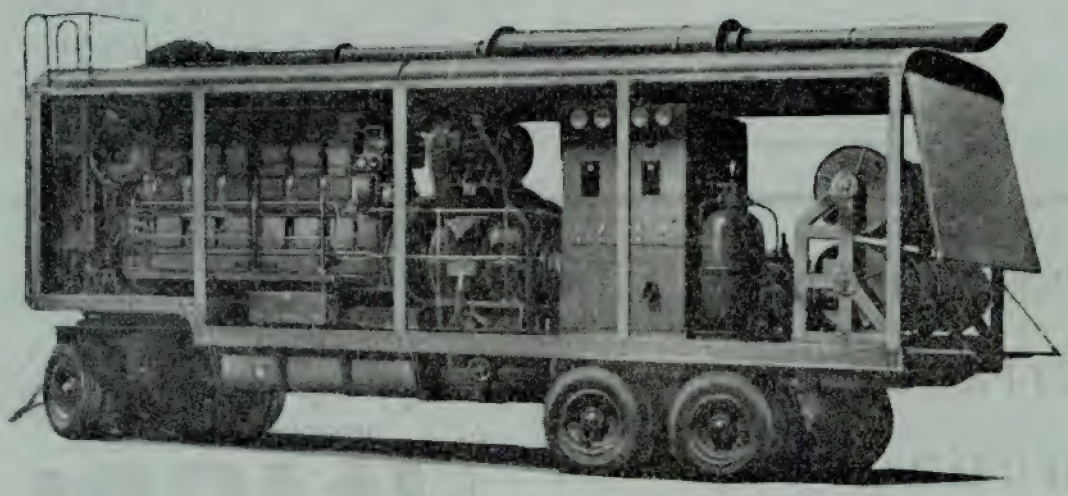
TELEG. EPALDA—LISBOA

Motores Diesel e de combustível duplo

'ENGLISH ELECTRIC'

DESDE 145 HP A 2000 HP

- PARA FINS INDUSTRIAIS
- TRACÇÃO
- MARÍTIMOS



THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LIMITED

Fábricas em: Stafford, Rugby, Preston, Bradford e Liverpool

•

Representantes exclusivos para Portugal e África Ocidental Portuguesa:

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

Sede: Rua Cascais, 47 (Alcântara) — LISBOA

Sucursais: PORTO, BEJA, VILA FRANCA DE XIRA e LUANDA

Standard Electrica, S.A.R.L.

ASSOCIADA DA

"INTERNATIONAL TELEPHONE & TELEGRAPH CORPORATION"

NOVA YORK

PROJECTOS · FORNECIMENTOS · INSTALAÇÕES

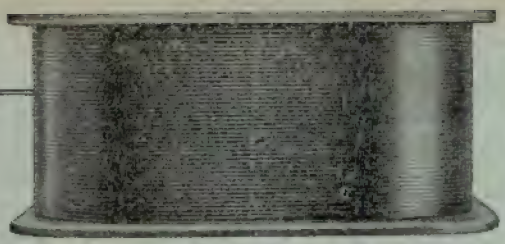
- Instalações de comutação telefónica, manuais e automáticas, de todos os sistemas e capacidades. Sistemas de comunicações por fios em altas frequências;
- Materiais de transmissão automática, por fios e por rádio;
- Material de rádiocomunicações para todas as aplicações em média, alta, muito alta, e ultra-alta frequência;
- Sistemas de antenas para aplicações gerais e especiais para rádiocomunicações, rádiodifusão e televisão;
- Equipamentos de rádiodifusão e televisão e respectivo material de estúdio e acessórios;
- Sistemas de sinalização e de comando, automáticos e manuais, intercomunicadores, amplificadores e aparelhagem acessória;
- Cabos e acessórios de todos os tipos, para energia, comunicações e altas frequências;
- Rectificadores de selénio de tipos especiais e gerais para todas as aplicações.

SERVIÇOS TÉCNICOS, COMERCIAIS E FÁBRICA

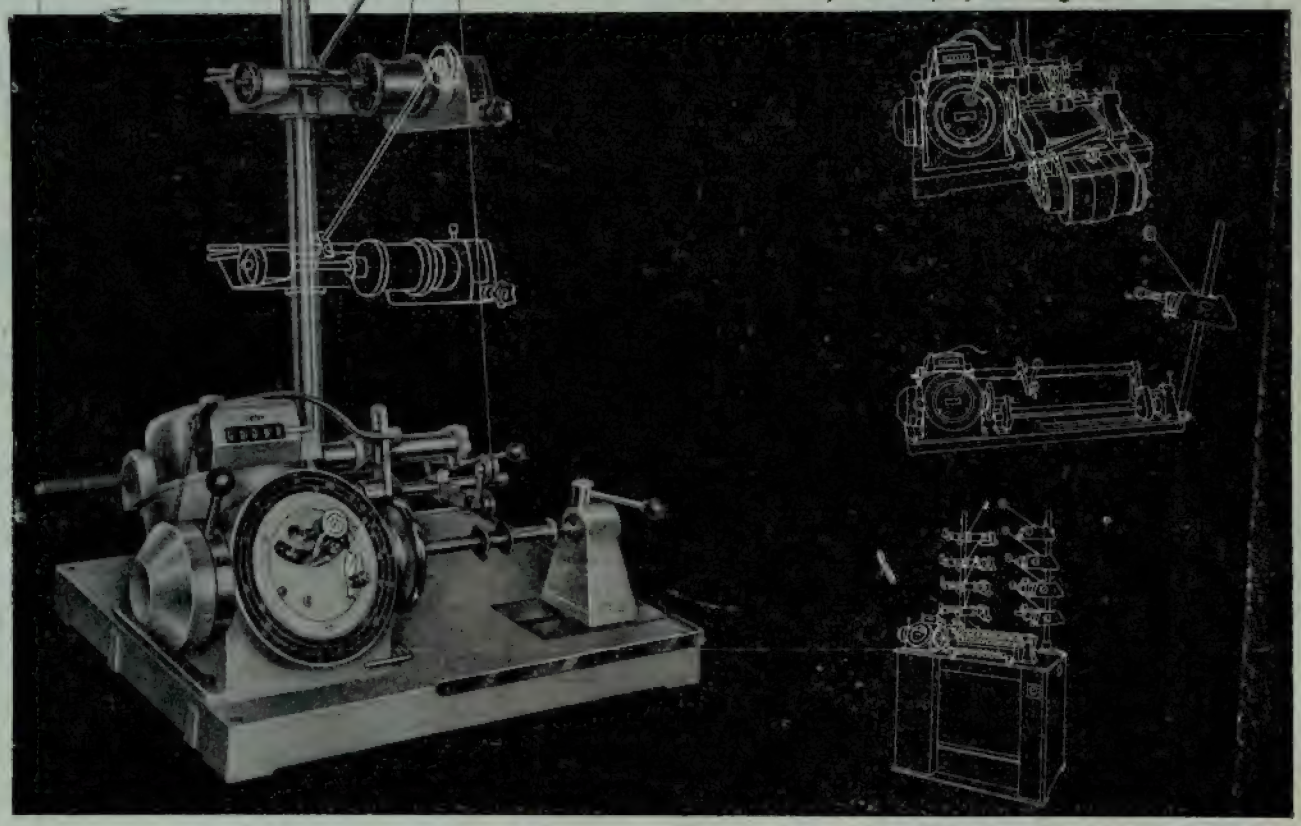
AV. DA ÍNDIA LISBOA

TELEFONES 63 8171/6

Máquinas de bobinar fio fino



40 anos de experiência na construção das máquinas de bobinar fio fino justificam a capacidade de producção e a precisão extraordinárias da nova série tipo OFA. Durante 40 anos as exigencias sempre crescentes e complexas exigidas das máquinas de bobinar foram satisfeitas. As máquinas do tipo OFA gosam tanto da confiança ilimitada das entidades responsáveis pela fabricação das bobines, como da simpatia comprovada do pessoal que as utilisa, visto que os mais variados desejos dos clientes foram atendidos na sua construção. A adaptação às exigencias



da prática vê-se especialmente no modo de construção. Este permite a transformação ulterior do modêlo estandardisado em qualquer máquina de producção desejado, que da forma mais racional enrola bobinas de relés, de alto-falantes, de excitatrizes, de relés telefónicos, de alumagem, etc. Os nossos engenheiros especialisados neste domínio estão com a grande experiencia que possuem sempre à sua disposição. Milhares de máquinas de bobinar Micafil funcionam diáriamente em todos os continentes dando a maior satisfação a quém as possue.

MICAFIL S.A. ZURICH (Suiça)

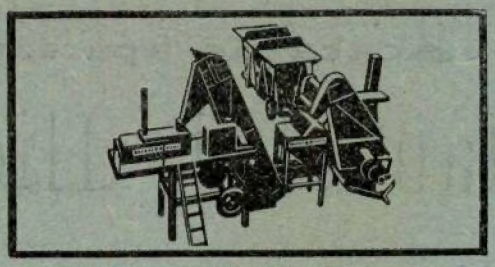
Representação em Portugal:

Edouard Dalphin, ing., Porto

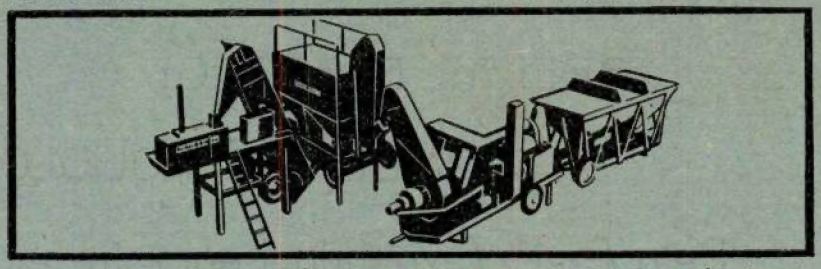
Rua Sà da Bandeira No 481-2°-D° (Palacio do Comercio)

MICAFIL

MISTURA FRIA — Produz acima de 50 ton. / hora com o misturador 840-B.



MISTURAS QUENTES INTERMÉDIAS — Produz até 45 ton. / hora, utilisando o misturador e secador.



MISTURA AGREGADOS MÚLTIPLOS. DE ALTA QUALIDADE — Com rendimento de 45 ton. / hora, usando o misturador, o secador e o seleccionador.

Nova instalação de mistura de betuminosos, marca BARBER GREENE, modelo 840-B

Escolha a instalação de Mistura que mais o satisfará. — Por baixo custo inicial, pode adquirir a nova instalação de mistura de betuminosos, marca Barber Greene, modelo 840-B que apresenta as características próprias das grandes instalações. O misturador isolado produz bases estabilizadas e misturas betuminosas frias. Adicionando um secador, um seleccionador e um retentor de poeiras (ciclone) ao misturador, poderão produzir-se misturas betuminosas de quaisquer características.

O novo e mais comprido misturador, de veio duplo, proporciona uma mistura mais perfeita e uma maior capacidade.

A tremonha de descarga do misturador é accionada hidràulicamente, facto que evita a segregação da mistura. A posição alta da tremonha de descarga permite que as camionetas parem para a carga, mesmo por baixo da tremonha.

Fàcilmente móveis e montáveis. — Todas as unidades são transportadas sobre semi-reboques equipados com rodas de pneus, fàcilmente rebocáveis por camionetas. Todas as unidades dispõem de suportes ajustáveis, não necessitando, pois, de bases.

Para informações detalhadas dirija-se ao representante exclusivo.

Barber-Greene

Barber-Greene Americas, Inc., Aurora, Illinois, U.S.A.
Barber-Greene Overseas, Inc., Aurora, Illinois, U.S.A.
Barber-Greene Canada, Ltd., Toronto, Ontario, Canada
Barber-Greene Olding & Co., Ltd., Hatfield, Herts, England

REPRESENTANTE EXCLUSIVO:

SMEIA

SOCIEDADE DE MECANIZAÇÃO INDUSTRIAL E AGRÍCOLA, S. A. R. L.

Avenida Padre Manuel da Nóbrega, 8
LISBOA

Ad No. 55-203A-B

Acaba de aparecer

Manual de Hidráulica Geral

SÍNTESE TEÓRICA

TABELAS E ÁBACOS

FORMULÁRIO POLIGLOTA

Pelo Eng.º Armando Lencastre

Chefe da Secção de Hidráulica Fluvial do L. N. E. C.
Assistente do I. S. T.

Pedidos à "TÉCNICA"

Preço 150$00
Desconto 10 % aos assinantes

TABELAS
PARA O CÁLCULO DE
BETÃO ARMADO

Pelo Eng.º Fernando Vasco Costa

revistas e actualizadas pelo

Eng.º João d'Arga e Lima

PREÇO 120$00

Desconto de 10 % para Assinantes

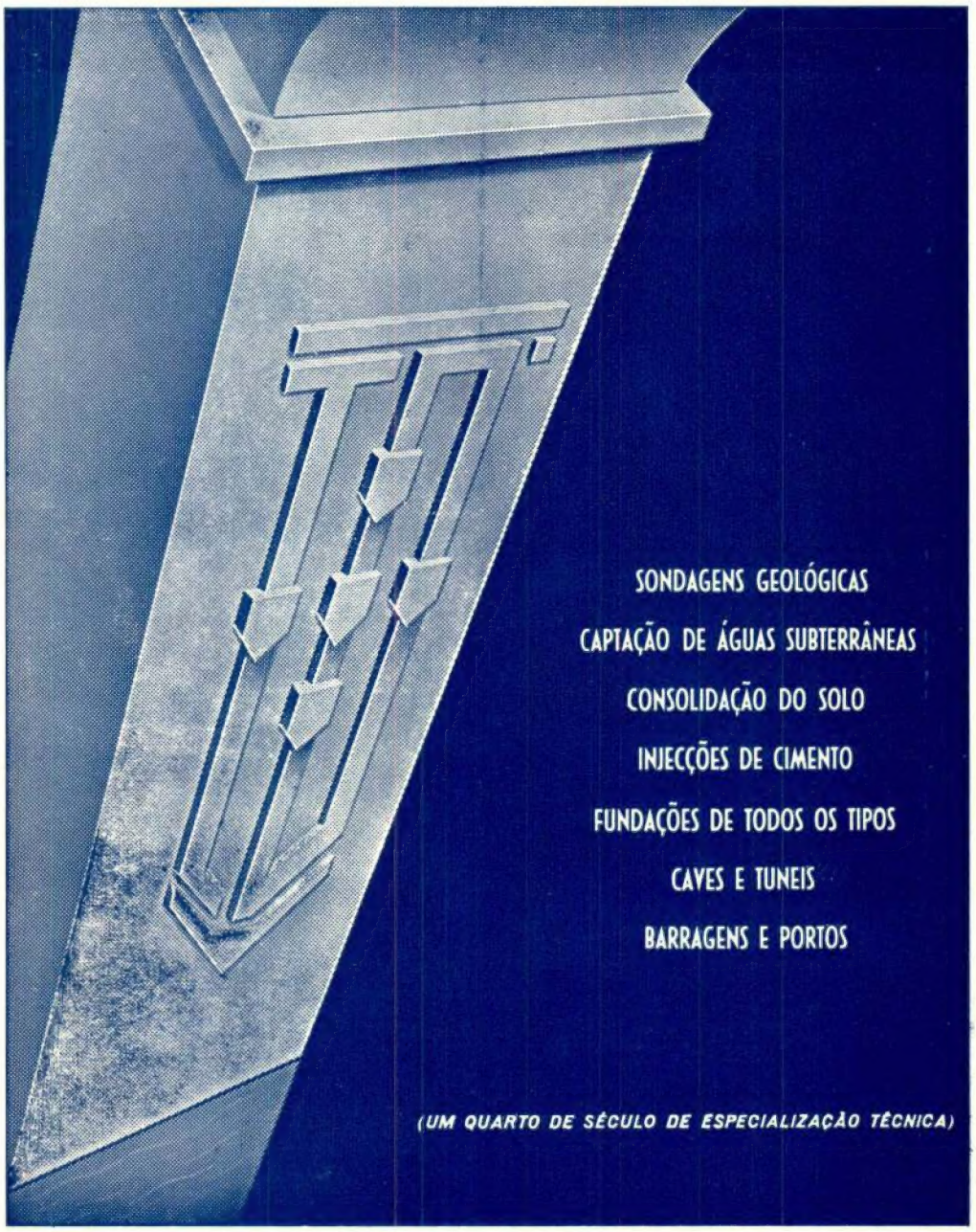
Pedidos à «TÉCNICA»

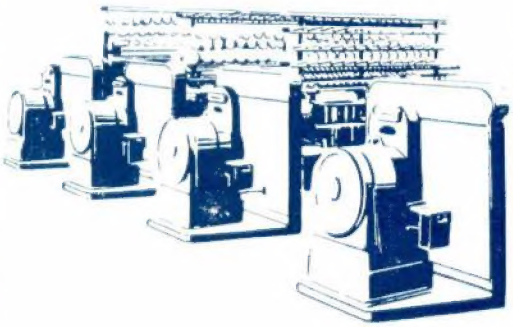
Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.°
TELEF. 3 2774

LISBOA





Soc. de Elect. BROWN BOVERI, LDA

Rua de Sá da Bandeira, 481-2.º
(Palácio do Comércio)

Telefone 23411

PORTO

Fornece as afamadas máquinas e aparelhos de construção suíça

BROWN BOVERI

Comandos eléctricos especiais para as indústrias de fiação e tecelagem.

Comandos eléctricos para as tinturarias e estamparias.

Comandos eléctricos para as fábricas de acabamentos.

Electrificação de fábricas de moagem, de cimento, de sabão, de cerveja, de produtos químicos, de adubos, etc., etc.

— Soldadura eléctrica —

Instalação de emissoras de rádiodifusão.

Válvulas electrónicas avulsas para aparelhos industriais ou de medicina, sempre em armazém no Porto.

— CENTRAIS ELÉCTRICAS —